

SCIENCE DIMENSION

1976/1



National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

SCIENCE DIMENSION

Vol. 8 No 1, 1976

Contents / Sommaire

4 Survival kit for the future

Role of NRC in the Task Force on Energy Research and Development.

Trousse de survie pour l'avenir 5

Le rôle du CNRC au sein du Groupe de travail sur la recherche et le développement énergétiques.

10 Oil from the tar sands

Spherical agglomeration — one attractive alternative to existing technology.

Du pétrole tiré des sables bitumineux 11

L'agglomération sphérique, autre possibilité intéressante de la technologie actuelle.

16 Anaerobic digestion

A fundamental research program with practical applications of immediate significance.

La digestion anaérobie 17

La digestion anaérobie fait l'objet d'un programme de recherche fondamentale conduisant à des applications d'une actualité brûlante.

22 Research — basis for predictions

Interdisciplinary group studies basic factors affecting the performance of building materials.

La recherche à la base des prévisions 23

Les études d'un groupe interdisciplinaire, facteurs de base affectant les performances des matériaux de construction.

28 Tracked carriers

Assistance to Canadair Flextrac results in improved performance and durability of off-highway vehicles.

Les véhicules chenillés 29

Grâce à l'aide reçue, Canadair Flextrac améliore les performances et la robustesse des véhicules tous terrains.

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing an NRC credit is indicated. Where another copyright holder is shown, permission for reproduction should be obtained directly from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, Science Dimension, NRC, Ottawa, Ontario, K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

La revue Science Dimension est publiée six fois l'an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. Les textes et les illustrations sont sujets aux droits d'auteur. La reproduction des textes, ainsi que des illustrations qui sont la propriété du Conseil, est permise aussi longtemps que mention est faite de leur origine. Lorsqu'un autre détenteur des droits d'auteur est en cause la permission de reproduire les illustrations doit être obtenue des organismes ou personnes concernés. Pour tous renseignements, s'adresser à la rédactrice-en-chef, Science Dimension, CNRC, Ottawa, Ontario, K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-3041.

Managing Editor Loris Racine **Directeur**

Editor Joan Powers Rickerd **Rédactrice-en-chef**

Wayne Campbell

Associate Editors Dr. Wally Cherwinski **Rédacteurs-en-chef adjoints**

Designer and Robert Rickerd **Maquettiste et**
Print Supervisor **contrôleur de l'impression**

Photography Bruce Kane **Photographie**

Printer Dolco **Imprimeur**

31059-5-0782



A scene that counterpoints the energy situation of the past with the present. The old gas-pump, with its memories of a time when gasoline was inexpensive and in bountiful supply, stands empty and abandoned on a grey winter day of the nineteen seventies. Photograph by Robert Rickerd, NRC. This issue of Science Dimension emphasizes energy, with three stories describing some of the ways in which the National Research Council is meeting the challenge posed by Canada's dwindling reserves of fossil fuel.

Un spectacle qui souligne le contraste existant entre la situation énergétique passée et présente. Cette vieille pompe à essence auréolée des souvenirs d'un temps où le carburant était abondant et bon marché se dresse, vide et abandonnée, sur la toile de fond qu'offre cette grise journée de l'hiver dernier. Photographie de Robert Rickerd, du CNRC. Ce numéro de Science Dimension consacre une large place à l'énergie puisque trois articles décrivent quelques-unes des solutions envisagées par le Conseil national de recherches pour résoudre le problème posé par l'épuisement des gisements canadiens de combustibles fossiles.

Energy research and development — Survival kit for the future

If Canada is to avoid serious energy shortages, it is essential that long-term research and development programs be undertaken now. Such a program, in the form of the Task Force on Energy Research and Development, is under way and NRC is playing a significant role in it.

Some cynics have been tempted to comment that if the miles of newsprint devoted to the energy crisis were collected and burned in a steam generating plant, the amount of oil saved would be sufficient to meet Canada's needs for many years to come. While this may be an exaggeration, it is certainly true to say that there is no other recent social issue that has so caught the attention of the public as that of energy. It should be added that the subject of the environment has become inextricably tangled with the "energy question" so that the two are seldom discussed separately since the exploitation of energy resources inevitably causes environmental change to a greater or lesser degree.

What is the "energy question"? Stripped of all qualification, it may be summed up in the following way: the world's conventional energy resources (coal, oil, gas, uranium) are not infinite. They are being consumed at an increasingly rapid rate. Energy consumption is the foundation of our existence — this has been the case since man first discovered fire and harnessed animals.

It is obvious then that as a society it is necessary for us to begin to conserve our remaining non-renewable energy resources through both technological improvement of existing systems to make them more efficient energy users, and through modification of our life style to at least retard, if not halt, our increasing energy demands. In addition, we must seek to develop and exploit renewable energy resources, such as the winds, the tides and the sun. It is in recognition of this that the Federal Government has set up, under the aegis of the Department of Energy, Mines and Resources, a Task Force of deputy ministers on Energy Research and Development. It is indicative of the profound social implications of a coordinated long-term approach to energy research and development that the Task Force includes such agencies as the Ministry of State for Urban Affairs, the Department of Regional Economic Expansion and the Department of External Affairs, as well as those more directly related to the subject of energy resource development, such as the Atomic Energy Control Board, Atomic Energy of Canada Ltd., and the National Energy Board. The role of the National Research Council in this Task Force is of particular significance since, by its very nature, NRC can bring to bear a very broad range of scientific and technical expertise on all aspects of energy utilization and conservation, and resource development.

The National Research Council's input to the Task Force is under the broad direction of Dr. Paul Redhead, Group Director of NRC's Physical/Chemical Science Laboratories, and the detailed management is under Dr. Philip Cockshutt, formerly head of the Division of Mechanical Engineering's Engine Laboratory, and now head of the NRC "Energy Project". Dr. Cockshutt sees his job as "a sort of post office, or perhaps rather a telephone exchange," he explains, "in that I try to keep the various NRC teams working on energy-related topics in touch with each other and, of course, in touch with groups working in other agencies. For example, the people working in the Division of Building Research on the possibility of using solar energy to supplement home heating need to know about the work going on in the Division of Physics, where they are investigating the spectral distribution of solar energy. In other words, exactly what sort of energy does the earth's surface receive from the sun's

rays? What are the proportions of ultra-violet, infrared and visible light energy? This is a very important question if we are going to effectively utilize solar power."

It is this interdisciplinary approach that Dr. Cockshutt regards as the most important feature both of the Task Force's work generally and of the NRC activities in particular. He explains that it is impractical to study individual energy sources in isolation — a systems approach is vital. "We have to look at the total energy flow in our society as a system," he explains, "and then examine the way in which our existing energy subsystems function within that system, and how new energy options can be most efficiently incorporated into that system." The widespread public debate on the energy question has, unfortunately, given rise to the situation where advocates of any particular energy system are often seen as supporting their system to the exclusion of all others — whether the systems under discussion be nuclear power, solar energy or oil from the tar sands. "This is very counterproductive," points out Dr. Cockshutt. "It is important that society realize that no single system can provide all the answers. Now, as long as our society remains highly centralized and industrialized we are going to require large 'blocks' of electrical energy and this is where the CANDU nuclear power system can make a major contribution. At the same time, there exists a strong possibility that the large energy demand of domestic heating could be at least partially met by using solar heating, and that certain geographical locations in Canada could profitably exploit wind power (assuming that a satisfactory answer to the storage question is found)."

A similar approach is necessary when considering the impact of different energy systems on the environment. Dr. Cockshutt points out that the concept of zero environmental impact is, and always has been, unrealisable. "From the time humans ceased to be nomadic hunters and settled down in caves, they started to have an effect on the environment. Our aim has to be minimal environmental impact, concordant with the maintenance of a sufficient energy flow to support our society. Inevitably, there are going to be 'trade-offs'.

What we have to do in the exploitation of any energy resource is to make sure that we have a very clear idea of what the effects of that exploitation are going to be, so that we can anticipate any undesirable environmental change and, hopefully, take appropriate action."

Dr. Cockshutt warns that it is easy to forget that many of the renewable energy options could well have far-reaching environmental effects, and a major part of investigations of such options must be the careful examination of such possible effects. "For example," he says, "take the case of solar energy. Certainly, a few houses with solar collection panels built into their roofs are going to have no significant environmental effect, but if you cover several square miles of land with such panels, then you are creating a major local perturbation in that the amount of solar energy reflected back to the atmosphere is going to be radically reduced with the result that meteorological and geographical effects could be quite far reaching."

L'énergie: recherche et développement

Trousse de survie pour l'avenir

Si le Canada veut éviter de manquer sérieusement d'énergie il est essentiel que des programmes de recherche et de développement à long terme soient entrepris maintenant. Un tel programme sous la forme d'un Groupe de travail sur la recherche et le développement énergétiques est en cours et le CNRC y joue un rôle important.

Certains esprits sarcastiques ont été tentés de dire que si les miles et les miles de papier, utilisés par les journaux et les revues pour discuter de la crise de l'énergie étaient brûlés dans une centrale thermique, la quantité de mazout économisé suffirait à satisfaire les besoins canadiens pendant bien des années. Quoique ce soit là peut-être une exagération, il est certainement exact de dire que, depuis peu, aucune autre question n'a, sur le plan social, attiré l'attention du public d'une manière plus marquée. Il faut ajouter que le sujet de l'environnement est devenu lié inextricablement à la "question de l'énergie", de sorte que l'on discute rarement de l'une des questions sans impliquer l'autre puisque l'exploitation des ressources énergétiques cause inévitablement des changements de l'environnement à un degré plus ou moins poussé.

Mais de quoi s'agit-il lorsque l'on parle de la "question de l'énergie"? L'essentiel peut être résumé de la manière suivante: les ressources traditionnelles mondiales en énergie (le charbon, le pétrole, le gaz, l'uranium) ne sont pas infinies. On les consomme à une vitesse de plus en plus grande. La consommation énergétique est à la base de notre existence, ce qui a été le cas depuis que l'homme a découvert le feu et exploité les animaux.

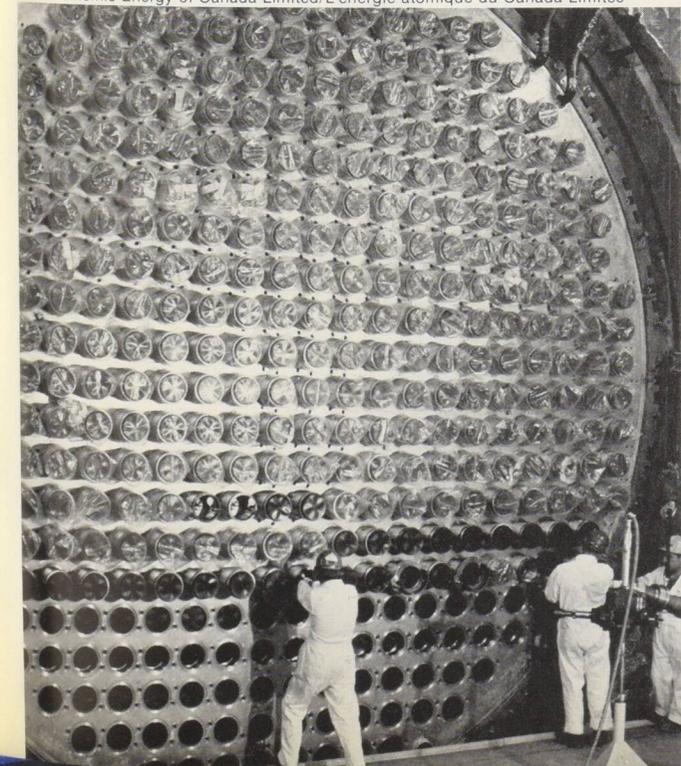
Alors il est évident que nous devons, en tant que société, commencer à conserver les ressources énergétiques non renouvelables qui nous restent grâce à des améliorations technologiques des systèmes existants pour les rendre plus efficaces et en modifiant notre genre de vie pour pouvoir retarder, sinon arrêter, notre demande croissante d'énergie. En outre, nous devons chercher à développer et à exploiter des ressources énergétiques permanentes comme l'énergie du vent, des marées et du soleil. C'est pour reconnaître ces faits que le gouvernement fédéral a créé, sous les auspices du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources, un Groupe de travail comportant des ministres adjoints, sur la recherche et le développement énergétiques. Il est intéressant de noter les implications sociales profondes d'une approche à long terme coordonnée sur la recherche énergétique et le développement puisque ce Groupe de travail comprend des représentants d'organismes comme le Département d'État chargé des affaires urbaines, le Ministère de l'expansion économique régionale et le Ministère des affaires extérieures, en même temps que des organismes plus directement intéressés par le sujet du développement des ressources énergétiques comme la Commission de contrôle de l'énergie atomique, L'énergie atomique du Canada Limitée et l'Office national de l'énergie. Le rôle du Conseil national de recherches dans ce Groupe de travail est particulièrement important puisque, en raison de sa propre nature, le CNRC peut apporter son expertise, très grande sur les plans scientifique et technique, concernant tous les aspects de l'utilisation et de la conservation de l'énergie et du développement des ressources.

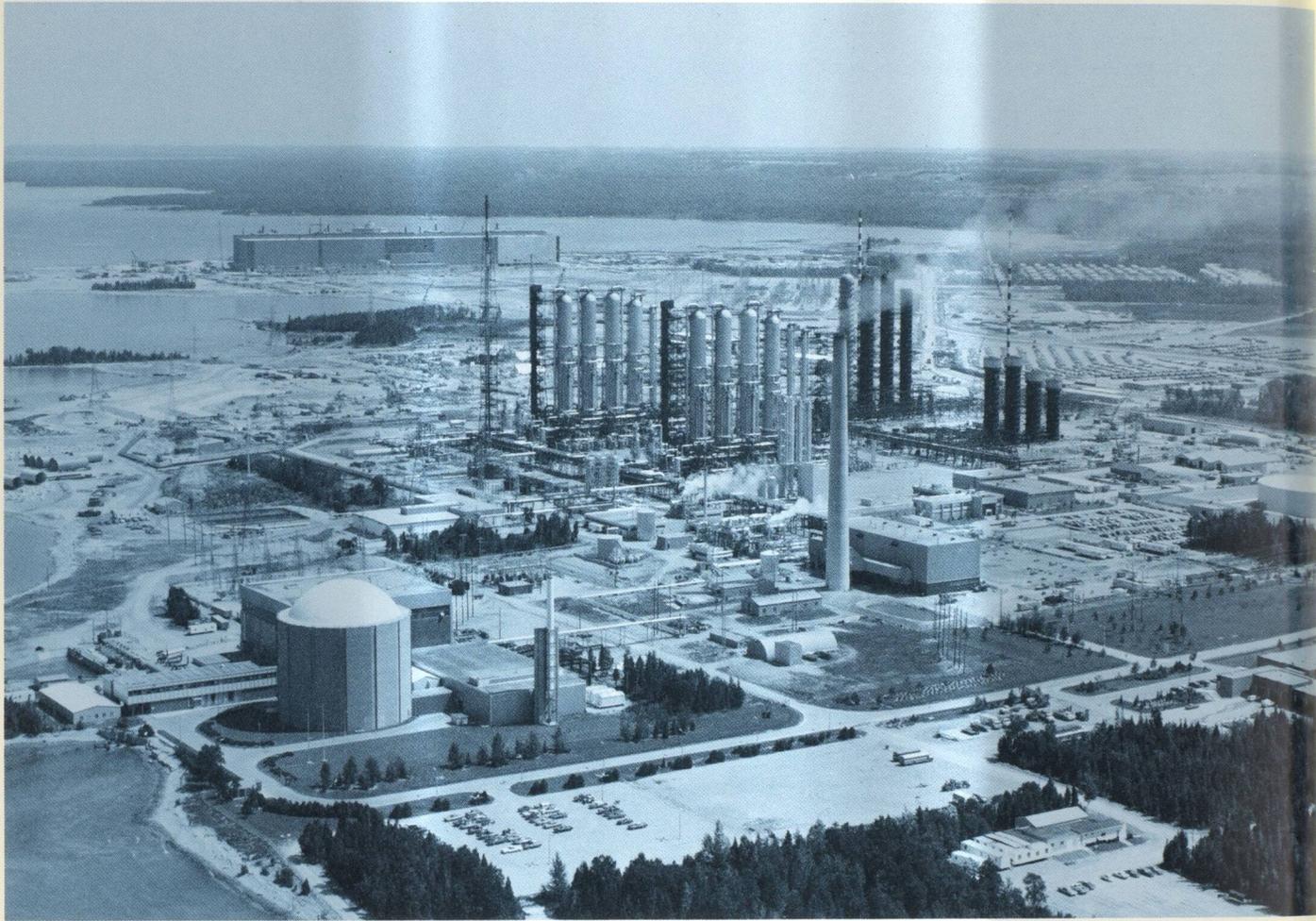
L'apport du Conseil national de recherches au Groupe de travail a été placé sous la direction générale du Dr Paul Redhead, directeur du groupe des laboratoires des sciences physiques et chimiques du CNRC, et la gestion détaillée sous le Dr Philip Cockshutt, anciennement chef du laboratoire des moteurs de la Division de génie mécanique et maintenant chef du "Projet énergie" du CNRC. Le Dr Cockshutt considère sa mission comme étant "une sorte de bureau de poste, ou peut-être plutôt de standard téléphonique, en ce sens que j'essaie de faire en sorte que les différentes équipes du CNRC travaillant sur des questions liées à l'énergie restent en contact les unes avec les autres et, bien sûr, en contact avec des groupes travaillant en ce domaine dans d'autres organismes. Ainsi, par exemple, les chercheurs qui travaillent à la Division des recherches en bâtiment sur la possibilité d'utilisation de l'énergie solaire pour compléter le chauffage de nos maisons peuvent avoir besoin de connaître les travaux qui se font à la Division de physique, où l'on étudie la répartition spectrale de l'énergie solaire. En d'autres mots, quelle est exactement la sorte d'énergie que la surface de la terre reçoit du soleil par rayonnement? Quelles sont les proportions d'ultraviolet, d'infrarouge et de rayonnements dans le visible qui constituent l'énergie dont nous bénéficions? C'est là une très importante question si nous devons effectivement utiliser l'énergie solaire."

Une extrémité de l'un des quatre réacteurs de 540 MW de Pickering "A".

The end face of one of Pickering "A"'s four 540 MW reactors.

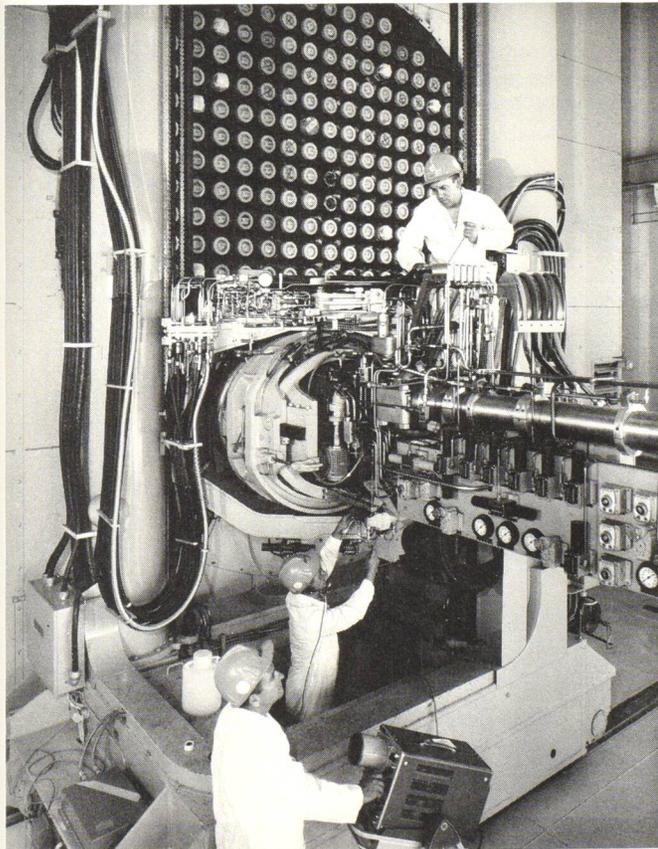
Atomic Energy of Canada Limited/L'énergie atomique du Canada Limitée





Atomic Energy of Canada Limited/L'énergie atomique du Canada Limitée

The most viable source (from economical and ecological viewpoints) of large blocks of electrical energy for the immediate future is the CANDU nuclear power system. This is a view of the Bruce Nuclear Power Development: in the background, the four-unit 3000 MW Bruce "A" generating station whose first reactor is scheduled for start-up in 1976; left foreground, the 200 MW Douglas Point prototype CANDU reactor; center, the first of two 400 ton-per-year heavy water production plants.



Fuelling machine at the Douglas Point reactor face. All CANDU reactors routinely change fuel without interrupting reactor operation.

George Hunter, Toronto

La source la plus viable, des points de vue économique et écologique, de grands ensembles d'énergie électrique pour l'avenir immédiat est le système nucléaire appelé CANDU. On peut voir sur cette photographie le "Bruce Nuclear Power Development": à l'arrière plan, la station génératrice "A" Bruce de quatre unités et de 3 000 MW dont le premier réacteur doit entrer en service en 1976; au premier plan, à gauche, le réacteur CANDU prototype de 200 MW de Douglas Point; au centre, la première des deux installations de production d'eau lourde à raison de 400 t par an.

Machine à recharger en combustible le réacteur de Douglas Point. Tous les réacteurs CANDU sont habituellement rechargés sans que l'on ait besoin d'interrompre leur fonctionnement.

C'est cette approche interdisciplinaire que le Dr Cockshutt considère comme la plus importante du Groupe de travail en général et des activités du CNRC en particulier. Il nous a expliqué que c'est courir à un échec si l'on étudie individuellement les sources énergétiques dans l'isolement. Il faut au contraire utiliser la même approche que lorsque l'on étudie des systèmes. Il a ajouté: "Nous devons examiner l'écoulement total de l'énergie dans notre société sous la forme d'un système, puis examiner la manière dont nos sous-systèmes énergétiques actuels fonctionnent dans le cadre de ce système et comment de nouvelles options énergétiques peuvent être efficacement incorporées dans le système." Le débat public étendu sur la question de l'énergie a, malheureusement, fait naître une situation où ceux qui parlent en faveur d'un système particulier sont souvent regardés comme des défenseurs de leur système à l'exclusion de tous les autres, que les systèmes discutés soient nucléaires, solaires ou à base du pétrole tiré de sables bitumineux. Le Dr Cockshutt a précisé: "C'est tout à fait l'inverse de ce qu'il faut faire pour arriver à un résultat. Il est important que notre société réalise qu'un système pris séparément ne peut pas fournir de réponse. Maintenant, tant que notre société demeurera fortement centralisée et industrialisée nous allons avoir besoin de grandes quantités d'énergie électrique et c'est pour l'obtenir que le système nucléaire appelé CANDU peut apporter une contribution majeure. En même temps il existe une forte possibilité que la grande demande énergétique pour le chauffage de nos maisons puisse être partiellement assurée au moyen du chauffage solaire et que, en certains lieux du Canada, on pourrait exploiter les vents avec avantage en supposant que l'on ait résolu d'une manière satisfaisante le problème du stockage de l'énergie."

Il est nécessaire d'attaquer le problème d'une manière semblable lorsque l'on considère l'impact de différents systèmes énergétiques sur l'environnement. Le Dr Cockshutt a fait remarquer que le concept dit d'impact nul sur l'environnement est, comme toujours, irréalisable. Il nous a dit: "Depuis l'époque où l'homme a cessé d'être un chasseur nomade pour s'établir dans des grottes, il a commencé à avoir une influence sur l'environnement. Nous devons viser à avoir un impact minimum sur l'environnement tout en disposant d'une quantité suffisante d'énergie pour assurer la vie de notre société. Il va falloir accepter des compromis, inévitablement, et ce que nous devons faire est de nous assurer que nous avons une idée très claire de ce que leurs effets vont être, de sorte que nous puissions prévoir tous les changements indésirables de l'environnement et, espérons-le, agir en conséquence."

Le Dr Cockshutt donne l'avertissement qu'il est facile d'oublier que de nombreuses options sur l'énergie renouvelable pourraient avoir des conséquences lointaines et considérables sur l'environnement et une partie majeure des études de telles options doit être l'examen soigné de tels effets possibles. Il nous a dit: "Par exemple, prenons le cas de l'énergie solaire. Certainement, quelques maisons équipées de panneaux collecteurs du rayonnement solaire placés sur les toits ne vont avoir aucun effet important sur l'environnement mais si nous couvrons plusieurs miles carrés de terrain avec de tels panneaux nous allons alors créer une perturbation locale majeure en ce sens que la quantité d'énergie solaire réfléchiée vers l'atmosphère sera réduite de beaucoup et que les effets géographiques et météorologiques pourraient avoir de grandes conséquences."

Le travail du Groupe de travail dans son ensemble comme le Projet énergie du Conseil national de recherches est alors une entreprise essentiellement multidisciplinaire. Le programme du groupe se divise en six missions majeures dont chacune se subdivise en un certain nombre de projets qui

sont liés, le CNRC étant impliqué dans quatre de ces six missions:

Mission I — La recherche et le développement pour l'énergie

— La Division des recherches en bâtiment, en coopération avec le Ministère des travaux publics, étudie les moyens d'améliorer le rendement énergétique des édifices résidentiels et commerciaux. Ces travaux impliquent une très grande gamme de manières d'attaquer les problèmes allant des matériaux améliorés d'isolement aux normes de construction afin d'utiliser la chaleur résiduelle, comme celle qui pourrait être fournie par des centrales nucléaires, pour chauffer nos maisons sur une base communale.

— Dans le domaine des transports urbains, la Division de génie mécanique travaille à la préparation d'un ensemble de spécifications à atteindre par les véhicules de transport personnel de petites dimensions et elle étudie cette méthode par comparaison avec des systèmes de transport des masses à grande échelle.

— La Division des sciences biologiques travaille sur la mise au point de méthodes de digestion anaérobie pour le traitement des déchets et des ordures (voir l'article page 17); c'est un programme qui offre le double avantage de donner un traitement satisfaisant des résidus mais aussi de constituer une source de méthane gazeux qui peut constituer un combustible pratique et très propre.

Mission IV — Le développement de possibilités nucléaires

— La Division de chimie a fait des travaux dans le domaine de la séparation des isotopes en visant spécialement la mise au point de nouvelles méthodes de production d'eau lourde, facteur vital pour le programme de développement rapide de l'énergie nucléaire au Canada.

— La Division de physique est engagée dans le développement de lasers et dans d'autres recherches liées à la fusion nucléaire de sorte que, au cas où la fusion nucléaire contrôlée serait pratiquement possible, le développement d'un programme de fusion nucléaire viable au Canada pourrait être entrepris rapidement.

Mission V — L'exploitation des ressources énergétiques renouvelables

— La Division des recherches en bâtiment a commencé un programme de recherche sur l'utilisation de l'énergie solaire pour chauffer et climatiser les édifices en y incluant la direction de projets de démonstration et l'analyse de différentes manières d'attaquer le problème.

— La Division de chimie travaille sur le développement de matériaux et de techniques pour la conversion directe de l'énergie solaire en énergie électrique.

— La Division de physique étudie les spectres de l'énergie solaire et comment ces spectres changent avec le lieu; ces travaux revêtent donc une importance particulière et devraient donner des renseignements grâce auxquels on pourrait utiliser plus efficacement l'énergie solaire.

energy research and development

The work of the Task Force as a whole, as well as the National Research Council's participatory Energy Project, then, is essentially a multidisciplinary endeavor. The Task Force's program is divided into six major tasks, with each task subdivided into a number of related projects, the National Research Council being involved in four of the six tasks:

Task I — Research and Development to Conserve Energy

— The Division of Building Research, in cooperation with the Department of Public Works, is investigating means of improving the energy efficiency of residential and commercial buildings. This work involves a very wide range of approaches, from improving insulation materials and construction standards to the use of low-grade heat (possibly from nuclear generating stations) to provide district heating for residential buildings.

— In the field of urban transportation, the Division of Mechanical Engineering is working on the preparation of a set of target specifications for small personal transportation vehicles, and is further investigating this approach as an alternative to large-scale mass transit systems.

— The Division of Biological Sciences is working on the development of anaerobic digestion methods (story page 16) for handling wastes, a program which offers the double benefit of not only satisfactorily processing waste products, but also providing a supply of methane gas, a very clean and convenient fuel.

Task IV — Develop Nuclear Capability

— The Division of Chemistry is carrying out work in the field of isotope separation, with special emphasis on the development of new methods of heavy-water production, a vital factor in Canada's rapidly expanding nuclear power program.

— The Division of Physics is engaged in laser development and other research related to fusion so that in the event of controlled nuclear fusion becoming a practical proposition, a viable Canadian fusion power development program could be rapidly undertaken.

Task V — Exploit Renewable Energy Resources

— The Division of Building Research has started a program of research into the use of solar energy for the heating and cooling of buildings, including the monitoring of demonstration projects and the analysis of alternative approaches.

— The Division of Chemistry is working on the development of materials and techniques for the direct conversion of solar energy into electrical energy.

— The Division of Physics is investigating the spectra of solar energy, and how these vary with geographical location, work of particular significance which should eventually provide information enabling more efficient use to be made of solar energy.

— The National Aeronautical Establishment, with its highly promising vertical wind turbine as a starting point, is carrying out a detailed examination of all aspects of wind power, embracing engineering problems of large-scale wind generators, economic considerations, and approaches to the problem of energy storage. Immediate plans include a large (200 kW) wind turbine to be erected in the Magdalen Islands where the power will augment electricity produced by conventional diesel-electric generators.

Since NRC has the responsibility for coordinating all programs on renewable energy resources for the Task Force, it must also monitor the research being conducted by Energy, Mines and Resources on hydraulic and tidal systems and on

geothermal systems; it also monitors the Agriculture Canada program on biomass energy, which is aimed at synthesis of fuels from agricultural and forestry wastes.

Task VI — Transportation and Transmission of Energy Commodities

— The Radio and Electrical Engineering Division is initiating a program on electrical transmission at cryogenic temperatures, as one method of coping with the enormous increase in the use of electrical energy foreseen in the next 20 to 30 years.

The two Tasks with which the National Research Council has no direct involvement are those concerned with increasing domestic non-renewable energy production (Task II) and the substitution of other energy sources for oil and gas (Task III). The fact that these two areas of endeavor largely exploit existing established technologies and will have a fairly immediate effect on the Canadian energy resource spectrum, serves to emphasize the long-term nature of NRC's energy project. Dr. Cockshutt points out: "We cannot expect immediate results — we are looking at the Canadian energy system for time periods measured in tens of years and we can see that not only are we operating on a very broad front, but that we must, over the years, see these individual activities become more interwoven to become a genuine energy system, not just a series of individual energy options. One other thing it is important to add, however, is the question of economics, both in the sense of balancing our energy accounts and in a rather broader sense. Our energy consumption is not simply measured by the number of kilowatt-hours we use to heat our homes or run our cars, but also by the artifacts we purchase. It is rather ironical," he says, "that a can of a popular soft drink contains only one calorie, but the energy cost of making the can to contain the drink is around two thousand calories!" An important consideration then in adopting any new energy system, or enhancing an existing system, is the "energy profit margin". It makes little sense to mass produce solar collection panels if the energy used in manufacturing them is greater than the energy that will be gained by using them.

Economics, in the broader sense, is also an important consideration that many people seem to underestimate. When we evaluate the economic aspects of a particular project, we are not really looking at the question of who makes a financial profit or loss, but rather we are asking ourselves the question, does this project merit the allocation of a proportion of our finite resources in terms of manpower and material?

The possibility of coping with the energy problem, technological advances notwithstanding, lies in the ability of our society to eventually restructure itself in some way or rather, to reorient its priorities so that our rate of energy consumption can be controlled. It is for this reason that the work of the existing Task Force, or any other subsequent group charged with seeking solutions to the energy problem, will inevitably broaden in scope. The energy question touches every aspect of our civilization and the combined talents of people from all areas of human activity are going to be required to solve it. □

David Mosey

— L'Établissement aéronautique national, avec son éolienne verticale très prometteuse comme point de départ, étudie en détail tous les aspects de l'énergie du vent en couvrant les problèmes techniques liés aux grandes éoliennes, aux considérations économiques et au stockage de l'énergie. Les plans à très court terme comprennent une éolienne de 200 kW qui doit être construite aux Iles de la Madelaine où l'énergie produite s'ajoutera à l'énergie électrique donnée par des alternateurs traditionnels actionnés par des moteurs diesel.

Puisque le CNRC a la responsabilité de coordonner tous les programmes sur les ressources en énergie renouvelable pour le Groupe de travail il faut aussi que celui-ci dirige la recherche conduite par le Ministère de l'énergie, des mines et des ressources sur les systèmes hydrauliques et les machines marémotrices et aussi sur les systèmes géothermiques; il dirige aussi le programme d'Agriculture Canada sur l'énergie émanant des biomasses et qui vise à la synthèse des combustibles en partant des résidus agricoles et forestiers.

It is not enough just to produce energy. We must be able to transport it reliably and economically.

Ce n'est pas assez de produire de l'énergie; il faut aussi la transporter en toute sécurité et économiquement.

Information Canada



Mission VI — Le transport et la transmission de l'énergie

— La Division de génie électrique lance un programme sur le transfert de l'énergie électrique aux températures cryogéniques où elle voit une méthode permettant une augmentation énorme de l'utilisation de l'énergie électrique comme il est prévu au cours des 20 à 30 prochaines années.

Les deux missions dans lesquelles le CNRC n'est pas directement impliqué sont celles qui se rapportent à la production d'énergie domestique non renouvelable en augmentation (Mission II) et à la substitution d'autres sources énergétiques pour le pétrole et le gaz (Mission III). Le fait que ces deux missions exploitent largement les techniques existantes et auront un effet assez immédiat sur le spectre de ressources énergétiques canadiennes sert à mettre l'accent sur la nature à long terme des projets énergétiques du CNRC. Le Dr Cockshutt nous a fait remarquer: "Nous ne pouvons pas nous attendre à des résultats immédiats; nous examinons le système énergétique canadien pour des durées qui se mesurent en dizaines d'années et nous pouvons voir que non seulement nous travaillons sur un front très large mais que nous devons, au cours des années, nous assurer que ces activités individuelles s'interpénètrent pour devenir un vrai système énergétique et non pas tout simplement une série d'options énergétiques individuelles. Une autre chose qu'il est important d'ajouter, cependant, est l'aspect économique pour l'équilibre de nos comptes énergétiques et aussi dans un sens plus large. Notre consommation d'énergie n'est pas simplement mesurée par le nombre de kilowatts-heures que nous utilisons pour chauffer nos maisons ou pour faire rouler nos voitures mais aussi par ce que nous achetons. Il est plutôt cocasse qu'une boîte de limonade bien connue ne contienne qu'une seule calorie alors que l'énergie qu'il a fallu consommer pour fabriquer la boîte est d'environ deux milles calories!" Une considération importante lors de l'adoption de tout système nouveau d'énergie, ou lors du renforcement d'un système existant, est la "marge d'avantages énergétiques". Ce serait absurde de fabriquer en masse des panneaux d'interception de l'énergie solaire si l'énergie consommée pour les faire est plus grande que celle que nous économiserons en nous en servant. L'aspect économique en son sens le plus large est aussi une considération importante que bien des gens semblent sous-estimer.

Lorsque nous évaluons les aspects économiques d'un projet particulier nous n'examinons pas réellement la question de savoir qui en tirera des bénéfices ou des pertes sur le plan financier mais plutôt nous nous posons la question de savoir si le projet mérite qu'on lui alloue une proportion de nos ressources finies en fonction du matériel et de la main-d'oeuvre.

La possibilité de résoudre le problème de l'énergie, malgré les progrès technologiques, se trouve dans l'aptitude de notre société à se restructurer d'une manière ou d'une autre pour réorienter ses priorités de sorte que nous puissions contrôler notre consommation d'énergie. C'est pour cette raison que les travaux du Groupe de travail ou de tout autre groupe qui, par la suite, devrait chercher des solutions aux problèmes de l'énergie, s'élargiront inévitablement. La question de l'énergie touche chaque aspect de notre civilisation et les talents combinés des hommes de tous les domaines de l'activité humaine vont être nécessaires pour résoudre le problème. □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

Spherical agglomeration may be the answer — Oil from Alberta's tar sands

Spherical agglomeration, an NRC-developed method of separating mixtures by causing one or more components to pelletize into spheres, is receiving attention from Canadian oil men. It may be the way of the future for recovering the bitumen from Alberta's tar sands.

For Canadians, one of the most important factors in the equation balancing future energy supplies and needs is the bitumen locked in the vast tar sand tracts of northern Alberta. The total reserves of synthetic crude oil that lie under these forested plains has been estimated at 1,000 billion barrels, of which 250 billion barrels (or 70 per cent of the Middle East reserves) are recoverable by today's extraction technology. The problem, at least for the present, is in the expense of removing the sand from the bitumen, a task made more difficult in many areas of the beds by the presence of clay, which tends to bond the two materials together.

One attractive alternative to the existing technology that has received attention in the last few years is a process de-

veloped by the National Research Council of Canada's Division of Chemistry called Spherical Agglomeration. Dr. Ira Puddington, who recently retired as Director and now acts as a consultant to the Division, is one of the principal scientists involved in the work. According to Dr. Puddington, Spherical Agglomeration is a general technique for separating the components of many kinds of mixture, with tar sand extraction currently one of its more visible applications.

The name of the process describes its essence. When a mixture is suspended in an appropriate liquid and the right experimental conditions introduced, one or more of its components agglomerate or "pelletize" into spheres that separate readily from the remaining material.



John McAulay

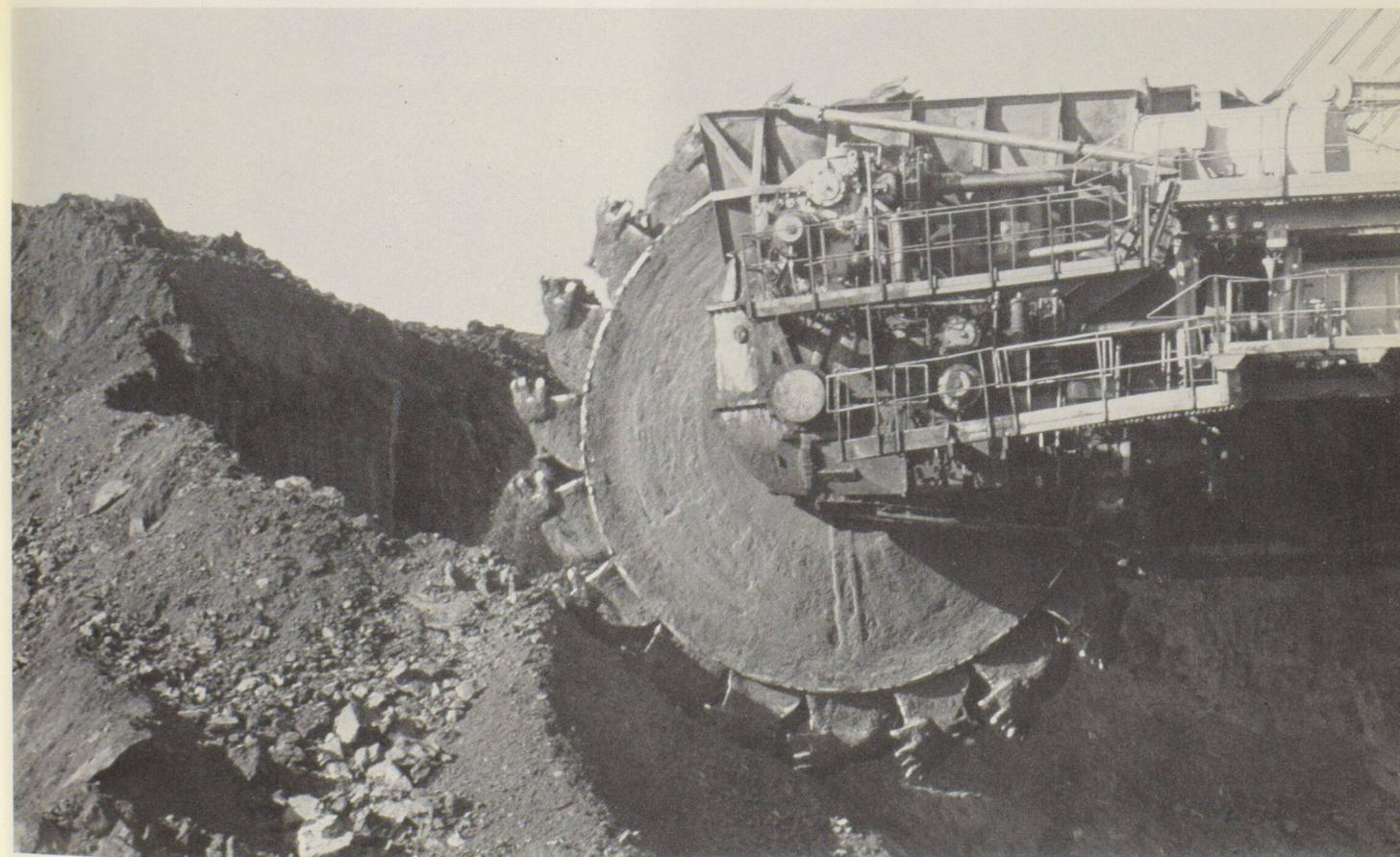
One of the giant buckwheel excavators used to mine the Athabaska oil sands stands silent against a late autumn afternoon. These massive machines weigh 1,700 tons (1 530 t) and are equipped with a bucketwheel (right of center) capable of scooping up over 50,000 tons (45 000 t) of oil sand every day.

L'agglomération sphérique peut être la réponse Du pétrole tiré des sables bitumineux

L'agglomération sphérique, méthode mise au point par le CNRC pour séparer les mélanges en provoquant l'agglomération sous forme de sphères d'un ou plusieurs composants, peut être la méthode employée à l'avenir pour récupérer les bitumes contenus dans les sables bitumineux de l'Alberta.

Pour les Canadiens, l'un des facteurs les plus importants de l'équation équilibrant les sources futures d'énergie et les besoins en énergie est le pétrole brut, ou bitume, renfermé dans les vastes étendues de sable bitumineux du nord de l'Alberta. Les réserves totales de pétrole brut synthétique qui se trouvent sous ces plaines couvertes de forêts ont été estimées à 1 000 milliards de barils dont 250 milliards, équivalent à 70% des réserves du Moyen-Orient, sont récupérables en se servant de la technologie actuelle. Le problème, au moins pour le présent, est la dépense correspondant à la séparation du bitume du sable qui le contient, opération rendue plus difficile dans de nombreuses régions en raison de l'argile qui s'y trouve et qui tend à constituer un liant entre les deux matériaux.

Parmi les différentes possibilités intéressantes, qui ont fait l'objet d'une certaine attention au cours des dernières années, se trouve un procédé mis au point par la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada et appelé "agglomération sphérique". Le Dr Ira Puddington, qui a récemment pris sa retraite comme directeur de la division et qui agit maintenant en qualité de conseiller de cette division, est l'un des principaux scientifiques impliqués dans ce travail. Selon le Dr Puddington, l'agglomération sphérique est une technique générale permettant de séparer les composants se trouvant dans bien des sortes de mélanges et, en particulier, de séparer les bitumes des sables bitumineux, cette extraction constituant l'une des applications les plus visibles actuellement.

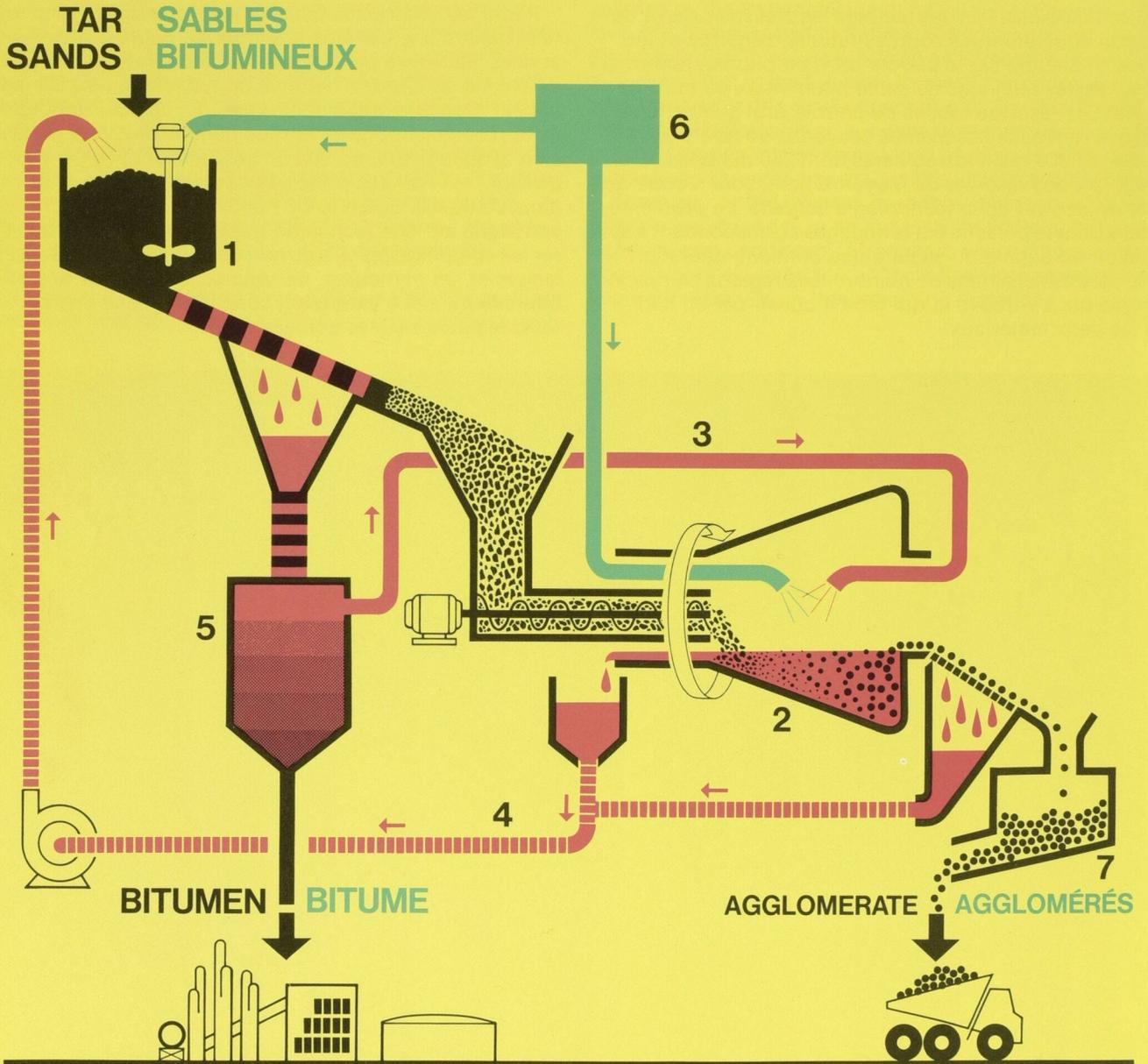


John McAulay

L'un des excavateurs géants à roue-pelle, servant à extraire les sables bitumineux de l'Athabasca, est arrêté et se détache sur le ciel d'un après-midi d'automne. Ces énormes machines pèsent 1 700 tonnes (1 530 t) et sont équipées de roues-pelles (au centre, à droite) ayant un débit de plus de 50 000 tonnes (45 000 t) de sable bitumineux par jour.

**SCHEMATIC DIAGRAM SHOWING
EXTRACTIVE AGGLOMERATION
OF TAR SANDS**

**SCHEMA DE L'EXTRACTION
DES SABLES BITUMINEUX
PAR AGGLOMERATION**



REFINERY

RAFFINERIE

UTILIZATION
AND DISPOSAL

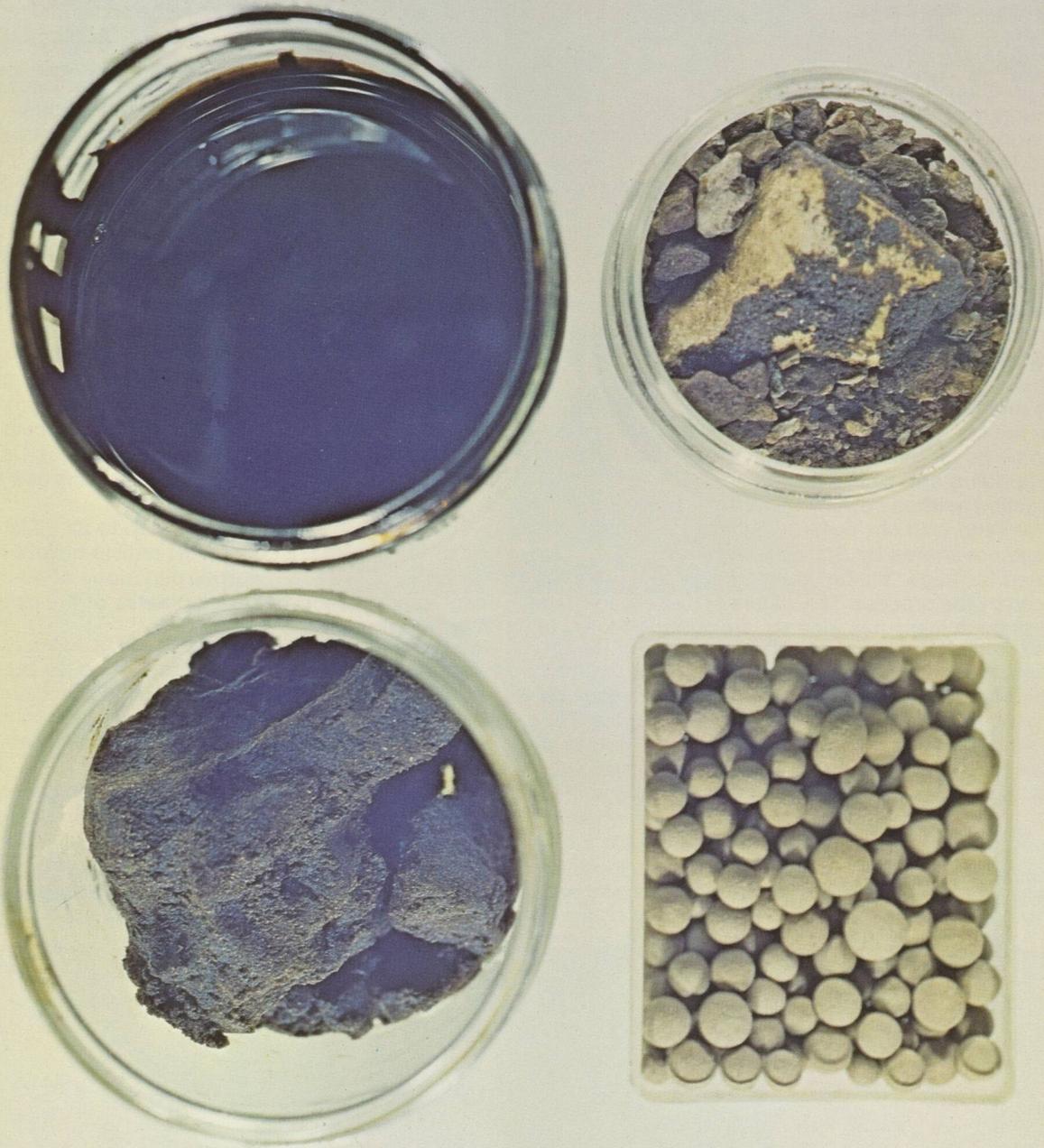
UTILISATION
ET REMBLAYAGE

LEGEND

LÉGENDE

- | | | |
|--------------------------|---|----------------------------------|
| PRIMARY EXTRACTOR | 1 | EXTRACTEUR PRIMAIRE |
| AGGLOMERATOR | 2 | AGGLOMÉRATEUR |
| CLEAN SOLVENT | 3 | SOLVANT PROPRE |
| SOLUTION | 4 | SOLUTION |
| SOLVENT STRIPPER | 5 | RÉCUPÉRATION DU SOLVANT |
| WATER | 6 | EAU |
| RESIDUAL SOLVENT REMOVAL | 7 | RÉCUPÉRATION DU SOLVANT RÉSIDUEL |

les sables bitumineux



Dan Getz, NRC.

Some raw tar sands and the final products obtained after treatment by the spherical agglomeration technique. The high-silica variety of tar sand (lower left) is rich in bitumen content. A lean-bitumen sand of high clay content is also shown (upper right). During the spherical agglomeration process, the sand and other unwanted hydrophilic materials are separated from the dark, viscous bitumen (upper left) in the form of hard, agglomerated spheres (lower right). One attractive feature of the self-contained process is that all of the kerosene solvent used is recovered and recycled through the system.

Échantillons de sable bitumineux brut et des produits obtenus après traitement au moyen de la technique de l'agglomération sphérique. En bas, à gauche: sable bitumineux à forte proportion de silice et riche en bitume. En haut, à droite: sable pauvre en bitume mais à proportion élevée d'argile. Durant l'agglomération sphérique, le sable et d'autres matériaux hydrophiles à rejeter sont séparés du bitume noir et visqueux (en haut, à gauche) sous la forme de sphères agglomérées dures (en bas, à droite). Un point intéressant de cette technique réside en ce que tout le kérosène qui sert de solvant est récupéré et réutilisé.

tar sands

"If the technique is used to upgrade ore, it is often the formed spheres that contain the valuable material," says Dr. Puddington. "In other instances, such as the upgrading of coal, it can be the unwanted impurities that pelletize, leaving the coal behind. This is the case with tar sand extraction, where sand and other undesirable substances are agglutinated into spheres, leaving the valuable hydrocarbons that make up bitumen behind in solution."

As Dr. Puddington describes it, the process begins with the dispersion of untreated tar sand in a tank containing kerosene, followed by agitation of the system: The bitumen hydrocarbons dissolve because they are hydrophobic (literally, "water-hating"), while the sand and other hydrophilic (water-loving) materials remain in suspension. A carefully controlled volume of water is then sprayed into the rotating system, which preferentially wets the surfaces of these hydrophilic solids. On collision during agitation, these wetted surfaces adhere because of the surface tension that exists between the kerosene and water, thus building up dense, spherical particle clusters.

"It is the interfacial surface tension between these two immiscible liquids (kerosene and water) that acts as the bonding force holding the agglomerates together", explains Dr. Puddington.

The extraction method now in use, which involves "scrubbing" the tar sand with hot water and steam, has a serious disadvantage not shared by Spherical Agglomeration. This is in the need for huge "tailing" ponds to contain the effluent produced by the process. The waters of these man-made lakes (one of them measures nine square miles [21 km²] in

area and reaches a depth of 300 feet [91 m]) are murky with suspended clay and other fine mineral matter that do not readily settle out. As such, they cannot be discharged into the rivers of the area, and the volume of tailing water continues to increase. (These same contaminants are locked in the hard spheres of the Spherical Agglomeration Process).

It has been suggested that the two processes may in fact serve as valuable complements of one another. The tailing water may be too dirty for recycling in the hot water process, but its clay content makes it ideal for use as the bonding agent in Spherical Agglomeration. Thus, the NRC process would help eliminate, at least in part, the most serious drawback to hot water extraction. In turn, the large amounts of kerosene or other light hydrocarbon required by Spherical Agglomeration could be provided by the hot water process during the initial production stage.

At present, Terra Energy of Calgary Limited holds a licence from NRC's Canadian Patents and Development Limited (CPDL) to exploit the agglomeration process as it applies to tar sand extraction. In the developmental research required to scale the laboratory process up to the much larger dimensions of a pilot plant, the Council has also provided financial assistance under its new Pilot Industry/Laboratory Program.

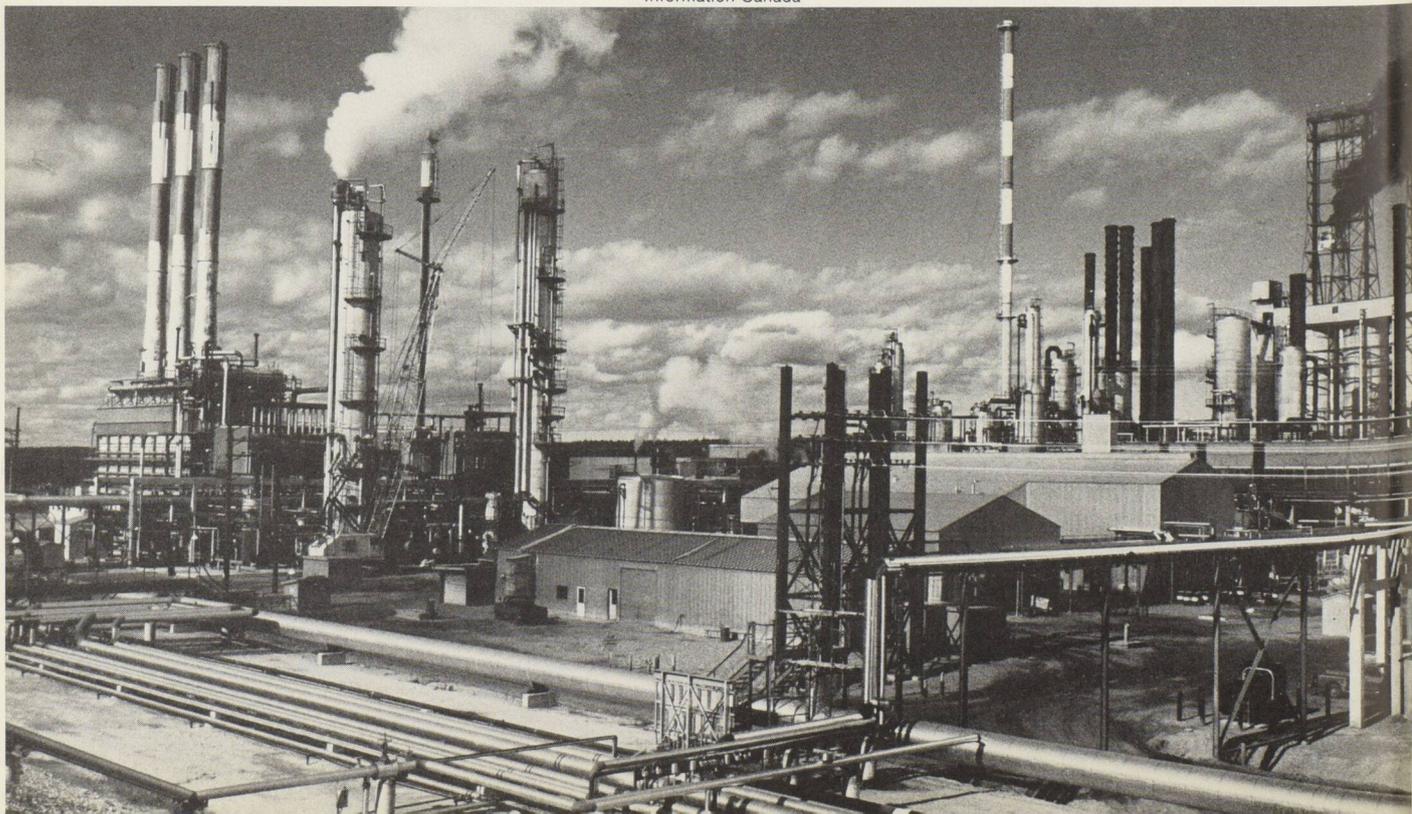
Should this novel process live up to its initial promise in tar sand extraction, as many scientists believe it will, then NRC will have played a vital role in one of the most significant energy resource developments of the century. □

Wayne Campbell

Great Canadian Oil Sands refinery, Fort McMurray, Alberta.

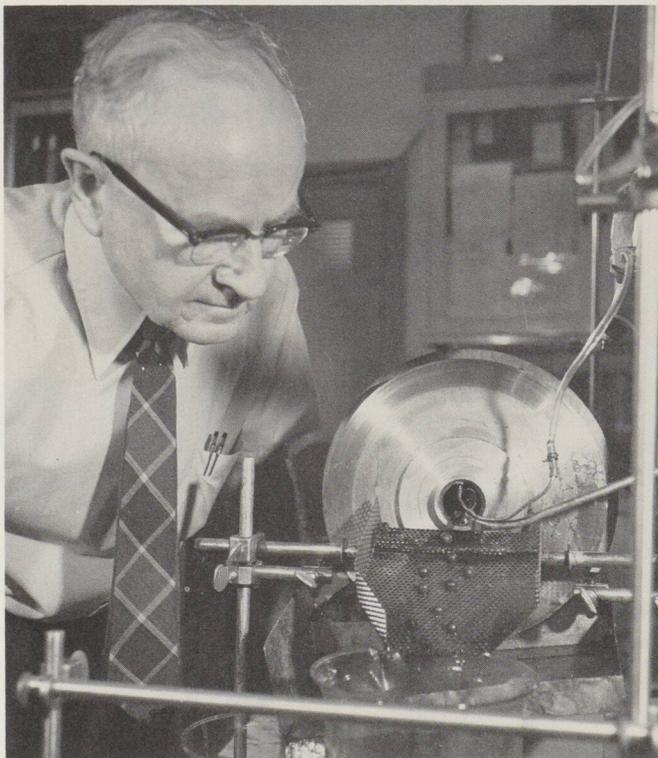
La raffinerie "Great Canadian Oil Sands", à Fort McMurray, dans l'Alberta.

Information Canada



les sables bitumineux

The spheres that Dr. Ira Puddington observes leaving the rotating drum contain sand and other hydrophilic substances from a sample of Alberta tar sand. The valuable bitumen is left behind in a light hydrocarbon solvent within the drum.



Les sphères, que le Dr Ira Puddington observe à leur sortie du tambour tournant, contiennent du sable et d'autres substances hydrophiles provenant d'un échantillon de sable bitumineux de l'Alberta. Le précieux bitume est retenu en solution dans un hydrocarbure léger contenu dans le tambour.

Le nom du procédé décrit bien en quoi il consiste. Lorsqu'un mélange est en suspension dans un liquide approprié et que l'on introduit les conditions expérimentales qui conviennent, un ou plusieurs des composants s'agglomèrent sous forme de sphères qui se séparent facilement du matériau restant.

Le Dr Puddington nous a dit: "Si la technique est utilisée pour enrichir ou nettoyer un minerai, c'est souvent les sphères formées qui contiennent le matériau intéressant. Dans d'autres cas, comme lorsqu'il s'agit de nettoyer le charbon, ce sont les impuretés que l'on veut rejeter qui s'agglomèrent. C'est le cas de l'extraction des bitumes des sables bitumineux car le sable et d'autres substances à rejeter s'agglutinent sous forme de sphères, ce qui laisse à part les hydrocarbures intéressants en solution dans les bitumes."

Comme le Dr Puddington l'a décrit, on commence par agiter dans un réservoir un mélange des sables bitumineux non traités en suspension dans du kérosène. Les hydrocarbures du bitume se dissolvent car ils sont hydrophobes, c'est-à-dire qu'ils "détestent" l'eau, alors que le sable et les autres matériaux hydrophiles aiment l'eau et demeurent en suspension. Un volume d'eau soigneusement contrôlé est alors pulvérisé sur le système en rotation et, ainsi, les surfaces de ces solides hydrophiles sont mouillées préférentiellement. Du fait des collisions durant l'agitation, ces surfaces mouillées adhèrent en raison de la tension superficielle qui existe entre le kérosène et l'eau; ainsi on obtient des agglomérations de particules sphériques et denses.

Le Dr Puddington nous a expliqué: "C'est la tension superficielle à l'interface entre ces deux liquides non miscibles, c'est-à-dire le kérosène et l'eau, qui agit comme force liante grâce à laquelle les particules agglomérées sont maintenues ensemble."

La méthode d'extraction actuellement utilisée et qui implique le "nettoyage" des sables bitumineux à la vapeur et à l'eau chaude, a un sérieux désavantage que n'a pas l'agglomération sphérique. Il faut en effet se servir d'énormes bassins contenant les résidus inhérents à ce procédé. Les eaux de ces lacs artificiels, dont l'un mesure neuf miles car-

rés (21 km²) et a une profondeur de 300 pieds (91 m), sont obscurcies par l'argile et d'autres matières à grains très fins en suspension qui ne se déposent pas facilement, de sorte qu'il est impossible de libérer ces eaux dans les rivières de la région. Leur volume augmente donc continuellement. (Ces particules fines minérales et d'argile sont celles qui sont agglomérées sous forme de sphères dures dans le procédé de l'agglomération sphérique.)

Il a été proposé que les deux procédés de récupération puissent en fait se compléter. Les eaux résiduelles peuvent être trop sales pour être recyclées dans le procédé de récupération à l'eau chaude, mais le contenu en argile peut les rendre idéales comme liant dans l'agglomération sphérique. Ainsi, le procédé du CNRC faciliterait l'élimination, au moins partielle, de l'inconvénient le plus sérieux de l'extraction à l'eau chaude. A son tour, les grandes quantités de kérosène et d'autres hydrocarbures légers nécessaires pour se servir de l'agglomération sphérique pourraient être fournies par le procédé d'extraction à l'eau chaude pendant la phase initiale de production.

Actuellement, la compagnie "Terra Energy of Calgary Limited" a une licence accordée par la Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée (SCBE) du CNRC pour exploiter le procédé de l'agglomération sphérique dans l'extraction des bitumes des sables bitumineux. Dans la recherche conduisant au développement et qui est nécessaire pour faire passer le procédé du niveau du laboratoire à celui de l'usine pilote, c'est-à-dire opérant sur des quantités beaucoup plus grandes, le CNRC a également accordé une aide financière dans le cadre de son nouveau Programme pilote de transition entre les laboratoires et l'industrie.

Si ce nouveau procédé est utilisé à l'avenir, comme on s'y attendait après sa mise au point, pour extraire les bitumes des sables bitumineux, et c'est ce que pensent de nombreux scientifiques, le CNRC aura alors joué un rôle vital dans l'un des développements les plus importants des ressources énergétiques du siècle. □

Texte français: **Louis-Georges Desternes**

Anaerobic digestion — A foul and pestilent congregation of vapors

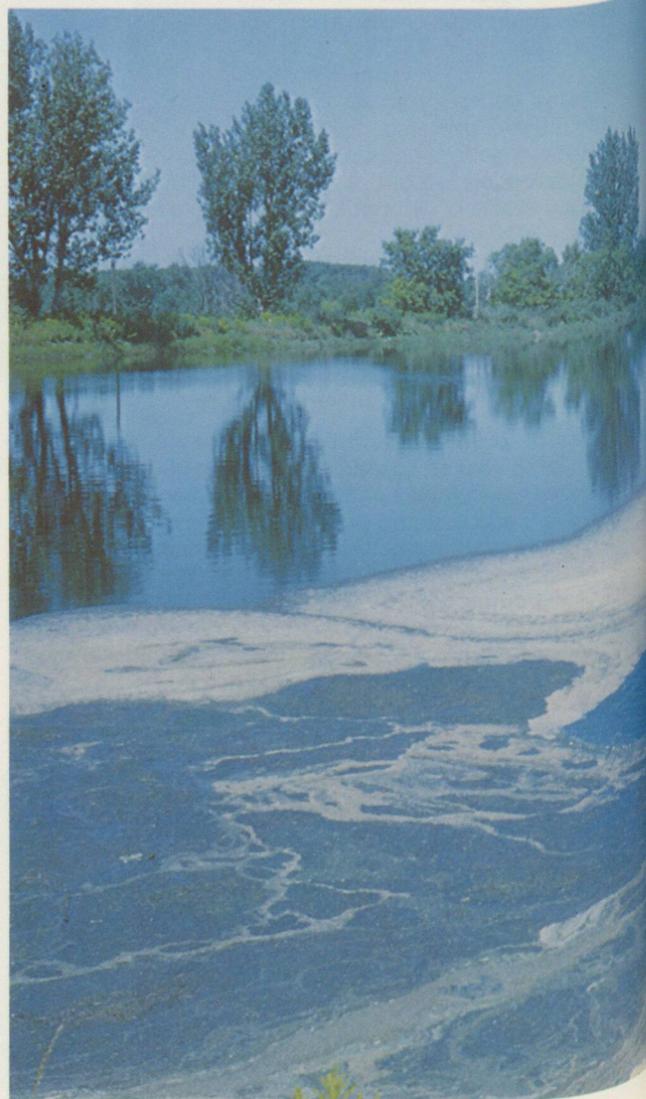
Anaerobic fermentation of organic materials, producing methane gas, occurs spontaneously in marshes and lake bottoms. NRC scientists are investigating the microbiology of the process in an effort to accelerate the operation of anaerobic fermenters (digesters) which not only provide a satisfactory method of organic waste handling, but also produce as a by-product a valuable fuel — methane gas.

It can be a long time before the impact of fundamental research is felt by society. In addition, the practical results of that research, as society experiences them, often appear to be but tenuously linked to the original work. To take one example: it is a long way from certain areas of the NASA space program to the non-stick fry pan. It is, then, interesting to encounter a fundamental research program whose practical applications are of immediate significance in two areas of considerable social and economic importance.

Such a program is being pursued by the Food Technology Section of the National Research Council's Division of Biological Sciences in the form of an investigation of the microbiology of anaerobic digestion — that is, the conversion of organic materials to methane and carbon dioxide in the absence of oxygen. The anaerobic digestion process, used in three out of four municipal sewage treatment plants in North America, can, under optimum conditions, convert about half of the organic waste load in raw sewage into methane and carbon dioxide. It is also used on a limited scale for some agricultural and industrial wastes (for example manures). Anaerobic digestion therefore is a valuable waste treatment process which, in addition to producing a residue that can form an excellent fertilizer or a good source of single cell protein for use in feed, yields a valuable by-product, methane, a usable and versatile form of energy and the major component of natural gas. As such, the process has potential as a renewable source of energy from many biological materials, including wastes, and it may provide an important source of portable fuel to augment the dwindling reserves of fossil fuels.

NRC's involvement started several years ago when the Food Technology Section, headed by Mr. Peter Lentz, became interested in food processing wastes as an extension of its research program in the food area. "Liaison on an Industrial Research Assistance Program project," Mr. Lentz says, "emphasized to us the need for methods of treatment of the strong wastes often occurring in canneries as a result of peeling and blanching. Many plants are located in or near small communities with limited waste treatment facilities and such facilities cannot handle the waste load produced by the plant. Anaerobic digestion appeared to be a promising treatment for many of these strong wastes to reduce their strength to levels where other treatment methods could handle them."

The work started with the treatment of pear peeling waste, one of the more difficult wastes for industry to handle, and was later extended to include potato and beet peeling waste, bean blanching waste and rum stillage waste. Studies were made not only to determine the extent of "clean-up" possible but also to maximize the capacity of the equipment in terms of volume of waste added and quantity of organic materials digested per day per unit volume of digester or fermenter. These latter factors determine capital costs and figure largely in the economics of the process. In addition, the minimum amount of nutrients, such as nitrogen and phosphate, required for maximum overall performance was determined, since the cost of these nutrients also affects the economics of the process.



Lagoon of the type commonly used in the treatment of food processing plant wastes.

Un festival de vapeurs pestilentielles et nauséabondes La digestion anaérobie

La fermentation anaérobie des substances organiques, fermentation méthanogène, intervient spontanément dans les marais et sur le fond des lacs. Les chercheurs du CNRC étudient la microbiologie du processus en vue d'accélérer le travail des fermenteurs anaérobies (digesteurs) dont l'emploi permet de traiter de façon satisfaisante des déchets organiques et d'obtenir ce précieux sous-produit combustible qu'est le méthane.



Bassin artificiel du type habituellement utilisé pour traiter les effluents des usines de produits alimentaires.

Il s'écoule parfois de nombreuses années avant que l'impact de la recherche fondamentale soit ressenti par la société. Il faut également ajouter que les résultats pratiques de cette recherche, tels que les perçoit ladite société, apparaissent souvent n'avoir qu'un très lointain rapport avec les travaux originaux car, en effet, pour ne citer qu'un exemple, qui pourrait établir un lien entre certaines recherches entreprises dans le cadre du programme spatial de la NASA et la poêle à frire qui n'attache pas? C'est pourquoi il est intéressant de parler d'un programme de recherches fondamentales dont les résultats conduisent à des applications ayant une incidence immédiate sur deux domaines d'une importance sociale et économique considérable.

Il s'agit du programme auquel se sont attaqués les chercheurs de la section de technologie alimentaire de la Division des sciences biologiques du Conseil national de recherches pour arracher les secrets de la digestion anaérobie, c'est-à-dire de la transformation, en l'absence d'oxygène, de substances organiques en méthane et en gaz carbonique. La digestion anaérobie, utilisée par 75% des stations d'épuration d'Amérique du Nord peut, dans des conditions optimales, transformer environ la moitié de la charge organique des effluents résiduaires en méthane et en gaz carbonique. Elle est également utilisée sur une échelle réduite pour certains déchets agricoles et industriels comme, par exemple, le fumier. La digestion anaérobie est par conséquent un procédé intéressant de traitement des déchets qui donne non seulement des matières résiduelles pouvant constituer un excellent engrais ou une bonne source de protéines unicellulaires utilisables comme provendes mais également un précieux sous-produit, le méthane, principal composant du gaz naturel et forme d'énergie caractérisée par sa souplesse d'emploi. De ce fait, le processus pourrait être utilisé comme source renouvelable d'énergie à partir de nombreuses substances biologiques dont les résidus, et constituer une importante source de combustibles transportables pour compenser partiellement l'épuisement des réserves de combustibles fossiles.

Le CNRC a commencé à s'intéresser à ces questions il y a quelques années lorsque la section de technologie alimentaire, dirigée par M. Peter Lentz, a décidé d'étudier les résidus provenant d'usines de produits alimentaires, dans le cadre d'un élargissement de son programme de recherche sur les aliments. Laissons la parole à M. Lentz: "C'est en assurant la liaison pour un projet relevant du Programme d'aide à la recherche industrielle que la nécessité nous est apparue de trouver des méthodes pour traiter les résidus chargés que l'on trouve fréquemment dans les conserveries et qui résultent des opérations d'épluchage et de blanchiment. De nombreuses usines sont situées dans ou près de petites agglomérations ne disposant que d'installations d'épuration dont la faible capacité interdit le traitement des résidus industriels. La digestion anaérobie nous a semblé constituer un moyen prometteur pour réduire la teneur en matières organiques d'un large éventail de résidus à des valeurs rendant possible leur traitement par d'autres méthodes."

These initial experiments, which were done by Mr. Bert van den Berg, Mr. Lentz and Mr. Lawrence Roth, yielded useful information for the design and operation of an industrial process and also identified major general problems. These problems were not caused by the specific wastes or equipment used but appeared to be inherent in the process regardless of the waste material.

The main problem was long-term instability and hence lack of reproducibility and control. "Even under closely controlled uniform conditions in the laboratory, fermenters (digesters) would, after months of top performance, suddenly decrease in capacity and methane formation, accumulate acids and go 'sour'," says Mr. van den Berg. "Only reinoculation from an active digester, preferably a municipal sewage digester, would usually bring the fermenter back to top-performance." This decrease in capacity and the need for reinoculation could also be induced by overloading fermenters, by temporary exposure to air, by starvation for several months and by changes in nutrients present. Apparently the microbiological population of anaerobic digesters is easily upset and it appears that the bacteria producing methane from acetic acid are first to be affected since this acid accumulates rapidly in an upset digester. This instability is also fairly common in municipal sewage digesters, often attributed to operator error, toxic substances or overloading.

Since anaerobic digestion is ubiquitous, for example in swamps and lake bottoms, without apparent instability and need for reinoculation, the question arises as to why this problem occurs in artificial digesters. A possible explanation may be that anaerobic digestion in swamps and lake bottoms, and also in many older municipal digesters operating without apparent problems, occurs at a very slow rate. In the case of the older digesters, the slow rate of operation, combined with a comparatively large volume, meant that the liquid retention time was always more than 50 days. Apparently under those conditions the bacteria involved in the digestion process could cope very well.

The problem appears to arise when the process is speeded up to improve the economics. For example, in NRC's studies, capacities and volume through-put were pushed up to the point where liquid retention time was reduced to two days.

In anaerobic digesters, many types of microorganisms are involved in breaking down complex organic compounds to methane and carbon dioxide. The bacteria that produce methane can only use hydrogen, carbon dioxide, acetic acid and possibly other simple organic components as substrate. Other bacteria, therefore, have to break down more complex compounds such as cellulose, proteins, fats and sugars. The fact that acetic acid accumulates in upset fermenters indicates that the bacteria involved in the conversion of acetic acid to methane are not working properly. In a well-performing digester, these bacteria are responsible for one-half to two-thirds of the methane produced. Obviously, a major part of the solution to the problem of instability is to keep these bacteria in a happy condition, although other factors and bacteria may also play a role.

Unfortunately, and in spite of their obvious importance, few bacteria producing methane from acetic acid have been isolated and little is known about their characteristics and requirements. It is known that they grow slowly in digesters — it takes them up to 10 days, and sometimes possibly longer, to double their number. This fact alone explains why it is necessary to add only relatively small volumes of waste to a digester (less than one-tenth of the digester volume per day) to avoid washing them out faster than they grow.



Spray irrigation system used for food waste treatment.

C.P. Lentz

Système de pulvérisation servant à traiter les déchets de produits alimentaires.

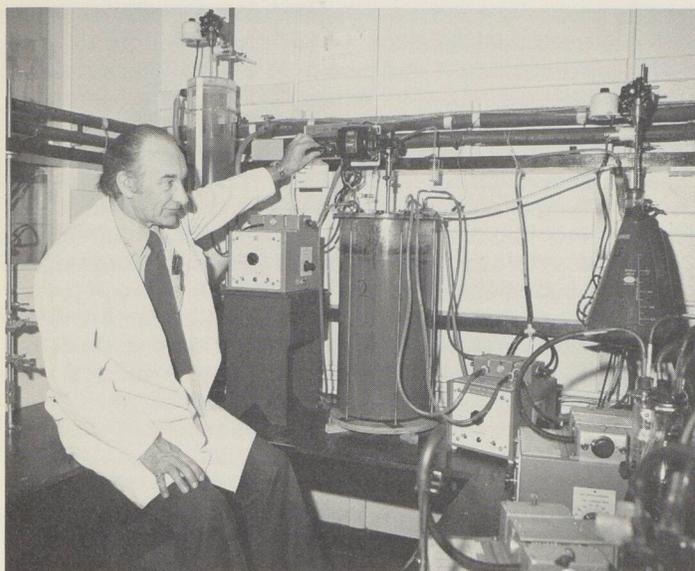
Les travaux ont commencé avec les épluchures de poires dont le traitement représente pour l'industrie l'un des plus difficiles problèmes à résoudre et ils ont été ultérieurement étendus aux pelures de pommes de terre et de betteraves, aux résidus du blanchiment des haricots et à ceux de la distillation du rhum. Les études entreprises visaient non seulement à déterminer les résultats que l'on pouvait escompter sur le plan du "nettoyage" mais également à maximaliser le rendement du matériel en fonction de l'augmentation du volume des résidus et de la quantité de matières organiques digérées quotidiennement par unité de volume du digesteur. Ces derniers facteurs permettent de calculer les investissements nécessaires et sont des éléments importants de la rentabilité du procédé. On a aussi calculé la quantité minimale de substances nutritives nécessaires, comme l'azote et le phosphate, pour obtenir un rendement global maximal, étant donné que le coût de ces substances nutritives affecte également la rentabilité du procédé.

Ces essais initiaux, faits par M. Bert van den Berg, M. Lentz et M. Lawrence Roth, ont permis de recueillir les données indispensables à la conception et à l'exploitation d'un processus industriel et d'identifier des problèmes majeurs généraux. Ces problèmes n'étaient pas liés aux résidus ou à l'équipement utilisé et semblaient inhérents au processus quel que soit le résidu traité.

Le principal problème qu'il a fallu résoudre était lié à l'instabilité à long terme du processus et conséquemment à l'impossibilité de le reproduire et de le contrôler. Écoutons M. van den Berg: "Même dans des conditions de contrôle serrées de laboratoire et après quelques mois de rendement maximum, les fermenteurs (digesteurs) accusaient une diminution soudaine de capacité et une baisse de production de méthane, accompagnées d'une augmentation des acides conduisant à l'acescence. On ne pouvait généralement rétablir le rendement maximal du digesteur qu'au moyen d'une réinoculation de substances prélevées dans un digesteur actif et de préférence dans un digesteur servant au traitement des eaux-vannes municipales." Cette réduction de capacité et la nécessité de procéder à des réinoculations pouvaient également être induites par une surcharge des fermenteurs, par une exposition temporaire à l'air, par arrêt de l'alimentation pendant plusieurs mois et par des changements dans les substances nutritives présentes. Il semble que la population micro-biologique des digesteurs anaérobies soit facilement perturbée et que les bactéries produisant du méthane à partir d'acide acétique soient les premières affectées du fait que cet acide s'accumule rapidement dans un digesteur perturbé. Cette instabilité est également assez courante dans les digesteurs utilisés pour traiter les effluents municipaux et elle est souvent attribuée à une erreur humaine, à des substances toxiques ou à une surcharge.

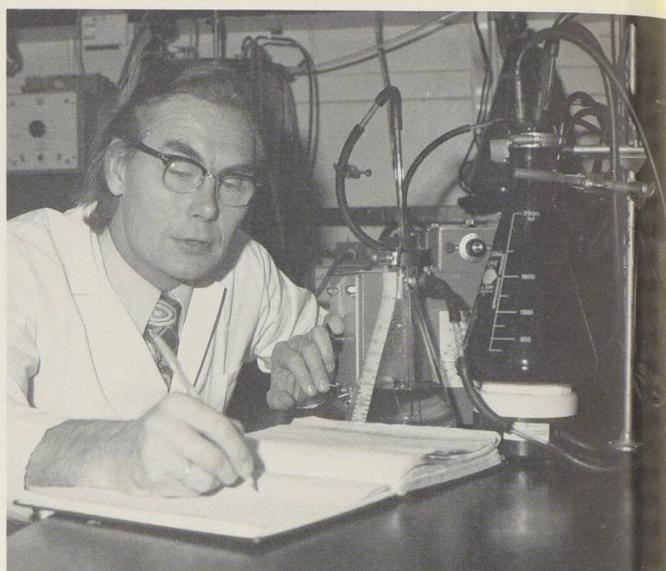
Compte tenu de l'omniprésence de la digestion anaérobie comme, par exemple dans les marais et sur le fond des lacs, sans instabilité apparente et nécessité de réinoculation, la question se pose de savoir pourquoi ce problème surgit dans les digesteurs artificiels. La réponse se trouve peut-être dans le fait que la digestion anaérobie dans les marais et les lacs comme dans de nombreux digesteurs municipaux de modèle ancien fonctionnant sans problèmes apparents, a lieu très lentement. Dans le cas des anciens modèles de digesteurs, la lenteur de leur fonctionnement, combinée à un volume relativement important, signifiait que la durée de rétention du liquide était toujours supérieure à 50 jours. Il semble donc que, dans ces conditions, les bactéries participant au processus de digestion n'étaient pas affectées.

anaerobic digestion



Mr. Peter Lentz checks the operation of one of the larger digesters. Originally used in the laboratory's work on pear-waste treatment, the digester is now used as a source of inoculum for more basic studies.

M. Peter Lentz surveille le fonctionnement de l'un des gros digesteurs. Utilisé initialement pour les travaux du laboratoire sur le traitement des déchets de poires, il sert maintenant de source d'inoculum dans le cadre d'études plus fondamentales.



Mr. Bert van den Berg with a digester used in the isolation of methanogenic bacteria.

M. Bert van den Berg, à côté d'un digesteur utilisé pour isoler les bactéries méthanogènes.

Recently, a way has been found to get around this in some measure by a modification of conventional anaerobic digestion called the "anaerobic contact process". This modified process was used in the NRC studies. In it, the bacteria in the liquid leaving the fermenter are encouraged to flocculate (form into clumps) and to settle, and these settled bacteria are returned to the fermenter. This makes the process less dependent on the growth rate of the bacteria and therefore more stable. But as tests under rigidly controlled laboratory conditions showed, even then the instability is not eliminated although the feed rate is much higher.

Obviously, therefore, progress in further development of anaerobic digestion as a reliable and economic method of waste disposal and energy production is being stymied by a lack of fundamental knowledge of the bacteria converting acetic acid to methane. To obtain this knowledge, it is necessary to isolate these bacteria in pure culture and to find out how to feed and care for them. Once that is done, it should be possible to produce a reliable high rate digestion process, maximizing the yield of methane. This NRC scientists have set out to do.

"We know this is not going to be an easy task," Mr. van den Berg states. "The group has so far isolated several methane formers, but in isolation they do not appear to use acetic acid to produce methane." Because the acetate-using bacteria appear to be slow growers, they tend to be overgrown by others, making isolation difficult. The development of a growth medium preferred by them would aid in their isolation. The fact that many people in various parts of the world have worked on this problem without solving it gives some indication of the difficulty of the task. At present,

all of the Food Technology group (including Dr. Dave Clark, Dr. Waheed Khan and Dr. Girish Patel) are involved, calling on expertise outside the group as required. Techniques developed in recent years in handling strict and fastidious anaerobic microorganisms, and expertise developed already in the group, have increased the chances of success.

There are other aspects of the anaerobic digestion process that require study. Flocculation and settling difficulties, in the anaerobic contact process already mentioned, need clarification. In addition, efficient use of the process for garbage, manures and other agricultural wastes requires a faster and more complete breakdown of cellulose. Both these problems are being studied at NRC.

The program of the Food Technology Section on anaerobic digestion is an element of NRC's participation in the Federal Government's Task Force on Energy Research and Development. Of course, energy and waste treatment are closely related. In fact, because of rising energy costs several municipal treatment plants are changing from energy-demanding chemical and physical sewage sludge disposal methods to the energy-yielding anaerobic digestion process. Also, the most promising methods at present considered for treating manures from feedlots and other concentrated animal-raising enterprises include anaerobic digestion to produce both energy and an acceptable end product for use as feed or fertilizer. Therefore, there is little doubt that given a solution to the problems associated with it at present, anaerobic digestion will provide society with a means of not only avoiding fouling its own nest but also extending its energy resources. □

David Mosey

Le problème surgirait lorsque l'on accélère le processus pour en améliorer la rentabilité. Dans le cas des études faites par le CNRC, les capacités et le volume des substances traitées ont été poussés jusqu'à ce que la durée de rétention du liquide n'excède pas deux jours.

Dans les digesteurs anaérobies, de nombreux types de micro-organismes participent à la dégradation de composants organiques complexes en méthane et en gaz carbonique. Les bactéries méthanogènes ne peuvent utiliser comme substrat que l'hydrogène, le gaz carbonique, l'acide acétique et peut-être d'autres composants organiques simples. D'autres bactéries doivent par conséquent dégrader des composés plus complexes comme la cellulose, les protéines, les graisses et les sucres. Le fait que l'acide acétique s'accumule dans les fermenteurs ayant été soumis à une perturbation indique que les bactéries responsables de la transformation de l'acide acétique en méthane remplissent mal leur rôle. Dans un digesteur fonctionnant bien, ces bactéries fabriquent de la moitié aux deux tiers du méthane produit. La solution du problème de l'instabilité réside donc manifestement en majeure partie dans le maintien de conditions favorables aux bactéries, bien que d'autres facteurs et d'autres bactéries puissent également jouer un rôle.

Malheureusement, et malgré leur évidente importance, peu de bactéries produisant du méthane à partir de l'acide acétique ont été isolées et l'on connaît peu de choses sur leurs caractéristiques et leurs besoins. On sait toutefois qu'elles se multiplient lentement dans les digesteurs puisqu'il leur faut au moins 10 jours pour doubler leur nombre. Ce seul fait explique pourquoi il faut n'introduire quotidiennement que de relativement faibles quantités supplémentaires de matières résiduelles dans un digesteur (représentant moins du dixième du volume du digesteur) pour éviter que les bactéries ne soient évacuées plus vite qu'elles ne se multiplient. On a récemment trouvé le moyen de pallier, dans une certaine mesure, cet inconvénient par une modification de la digestion anaérobie conventionnelle que l'on a appelée "procédé de contact anaérobie". Dans ce procédé modifié utilisé par le CNRC dans ses études, les bactéries se trouvant dans le liquide sortant du fermenteur sont incitées à flocculer, c'est-à-dire à s'agglutiner et à se déposer, puis elles y sont réintroduites. Le processus est ainsi moins tributaire de la vitesse de multiplication des bactéries et par conséquent plus stable. Mais, comme l'ont montré les essais faits en laboratoire sous conditions sévèrement contrôlées, l'instabilité n'est pas pour autant éliminée quoique la vitesse d'alimentation est beaucoup plus élevée.

Il apparaît donc clairement que l'amélioration de la digestion anaérobie comme méthode fiable et rentable d'élimination des déchets et de production d'énergie est entravée par un manque de connaissances fondamentales sur les bactéries qui sont à la base de la transformation de l'acide acétique en méthane. Pour obtenir ces connaissances fondamentales, il faut isoler ces bactéries dans une culture

pure et apprendre à les alimenter et à les soigner convenablement. Après quoi, on devrait pouvoir obtenir un processus de digestion très rapide et fiable avec une production maximale de méthane. C'est l'objectif que se sont fixés les scientifiques du CNRC.

Écoutons encore M. van den Berg: "Nous savons que la tâche ne va pas être facile. Le groupe est jusqu'ici parvenu à isoler plusieurs bactéries méthanogènes mais dans ces conditions elles ne semblent pas se servir d'acide acétique pour produire du méthane." Du fait du lent développement apparent des bactéries utilisant l'acétate, elles ont tendance à se laisser inonder par les autres, rendant l'isolation difficile. La mise au point d'un milieu de culture idéal faciliterait leur isolation. Sachant qu'un grand nombre de chercheurs du monde entier ont travaillé sur ce problème sans parvenir à le résoudre, on peut mesurer les difficultés de la tâche. L'ensemble des chercheurs de la section de technologie alimentaire, y compris le Dr Dave Clark, le Dr Waheed Khan et le Dr Girish Patel, s'y sont attelés tout en faisant parfois appel à des experts de l'extérieur. Les techniques mises au point au cours de ces dernières années pour manipuler des micro-organismes anaérobies exigeants et délicats, et l'expertise acquise par le groupe, ont augmenté les chances de succès.

Il existe d'autres aspects du processus de digestion anaérobie qu'il faut étudier. Les problèmes liés à la floculation et au dépôt, dans le cas du procédé de contact anaérobie déjà mentionné, ont besoin d'être élucidés. Par ailleurs, l'utilisation efficace du processus pour les ordures, le fumier et d'autres déchets agricoles exige une dégradation rapide et plus complète de la cellulose. Le CNRC étudie actuellement ces deux problèmes.

Le programme de la section de technologie alimentaire sur la digestion anaérobie est un élément de la participation du CNRC aux travaux du Groupe de travail sur la recherche et le développement énergétiques. L'énergie et le traitement des résidus sont évidemment étroitement liés. C'est en fait par suite de l'augmentation des coûts dans le secteur énergétique que plusieurs stations de traitement municipales passent des méthodes de traitement chimique et physique des résidus consommatrices d'énergie au processus de digestion anaérobie productrice d'énergie. C'est la raison pour laquelle la digestion anaérobie figure au nombre des méthodes prometteuses actuellement envisagées pour traiter le fumier provenant des parcs d'embauche et d'autres entreprises d'élevage intensif en vue d'obtenir à la fois de l'énergie et un sous-produit utilisable comme provende ou comme engrais. Il est donc quasiment certain que lorsque les problèmes inhérents au processus auront été résolus, la digestion anaérobie donnera à la société non seulement le moyen de prévenir la pollution de son propre berceau mais également de nouvelles ressources énergétiques. □

Texte français: Claude Devismes

New materials, old materials — Research - basis for predictions

Although basically the same building materials have been used for centuries, scientists and engineers are just now beginning to understand their fundamental nature.



Division of Building Research/Division des recherches en bâtiment

The Building Materials Section, having delineated certain aspects of freeze-thaw deterioration of bricks, is able to assist manufacturers in establishing the optimum conditions for producing durable bricks.

How much does home repair and maintenance cost you each year? \$200? \$600? or more?

For all buildings in Canada, it is currently estimated that the cost is \$5 billion, 20 per cent of the total cost of construction itself, or about \$230 for every Canadian. Deterioration of protective coatings from pollution alone is estimated to amount to about \$100 million annually.

Construction is Canada's largest single industry, representing some 17 per cent of the gross national product. Residential construction accounts for 30 per cent of the total volume.

From prehistoric times, humans have built shelters and, until recently, construction materials have remained virtually the same. Stone, for example, has been used consistently since prehistoric times; concrete was used in ancient Egypt and was extensively developed by the Romans; brick, which is widely used today, has been produced for more than 10,000 years; and wood construction has been used continuously in China and Japan and in the domestic architecture of northern Europe and North America.

In Canada, we have come a long way from the early wooden plank houses found along the British Columbia coast and the birch-bark-covered tents of northern Ontario.

But have we?

Despite the fact that the same building materials have been in use for thousands of years, we still know very little about the basic nature of these materials and, as a consequence, are not able to predict their performance in many applications. "We have not used the full potential of science in its many disciplines to resolve the problems in this area," says Mr. Peter J. Sereda, Head of the Building Materials Section of the National Research Council of Canada's Division of Building Research.

The Building Materials Section was formed in 1948, the year following the formation of the Division itself. Although small groups were conducting research on materials used in building in this country and other parts of the world, mainly in universities, this was the first time that a conscious effort had been made in Canada to organize an interdisciplinary group which would be concerned primarily with the basic factors affecting the performance of building materials per se. Prior to the formation of this group, the longevity of building materials was determined by a variety of ad hoc tests and by exposure of samples of the materials in the ground, in sea water, or to the atmosphere. After various periods of exposure, the samples were removed and rated as to the degree of failure but "little effort was made to understand systematically why materials failed and what precise conditions contributed to such failure," says Mr. Sereda.

Obtaining the right people in the right disciplines was the initial objective of the Section. This proved difficult because scientists traditionally did not identify with what was considered the domain of the engineer.

"I remember the words of the first physical chemist I interviewed for staff," recalls Mr. Sereda. 'But what is there for me to do? What is there to do in cement, brick? These are old materials that everyone knows how to use.'

De nouveaux matériaux, de vieux matériaux

La recherche à la base des prévisions

Quoique les matériaux de construction soient fondamentalement les mêmes depuis des siècles, des scientifiques et des ingénieurs commencent tout juste maintenant à comprendre leur nature fondamentale.

Combien coûtent annuellement l'entretien et les réparations de votre maison? \$200? \$600? ou plus?

On estime couramment que ce coût pour tous les édifices au Canada s'élève à 5 milliards de dollars, soit à 20% du coût de la construction ou encore à \$230 environ pour chaque Canadien. Le coût annuel de l'usure par la pollution des revêtements de protection est estimé à environ 100 millions de dollars.

La construction est la plus grande industrie canadienne et elle représente 17% du produit national brut. L'industrie dépense 30% de ses ressources à construire des maisons particulières et des appartements.

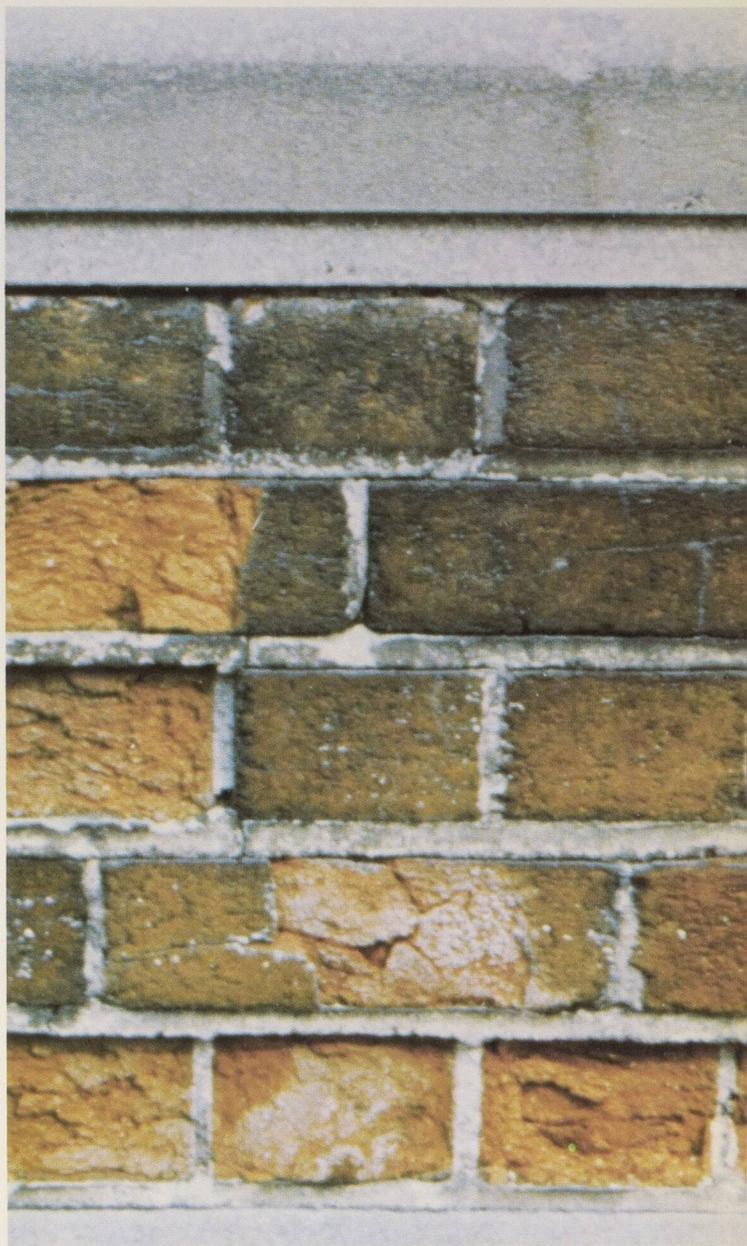
Depuis les temps préhistoriques où les hommes se construisaient déjà des abris jusqu'à nos jours, les matériaux de construction ont été pratiquement les mêmes. La pierre, par exemple, a été utilisée continuellement depuis les temps préhistoriques; le béton a été utilisé dans l'ancienne Égypte et il a été très développé par les Romains; la brique, très utilisée aujourd'hui, est connue depuis plus de 10,000 ans; le bois a toujours servi pour la construction en Chine et au Japon et pour l'architecture locale dans le nord de l'Europe et l'Amérique du Nord.

Au Canada, on a fait bien des progrès depuis l'époque des maisons en planches du début de la colonisation, comme on les trouve encore sur la côte de la Colombie britannique, et les tentes couvertes d'écorce de bouleau du nord de l'Ontario.

Mais en réalité a-t-on vraiment fait des progrès?

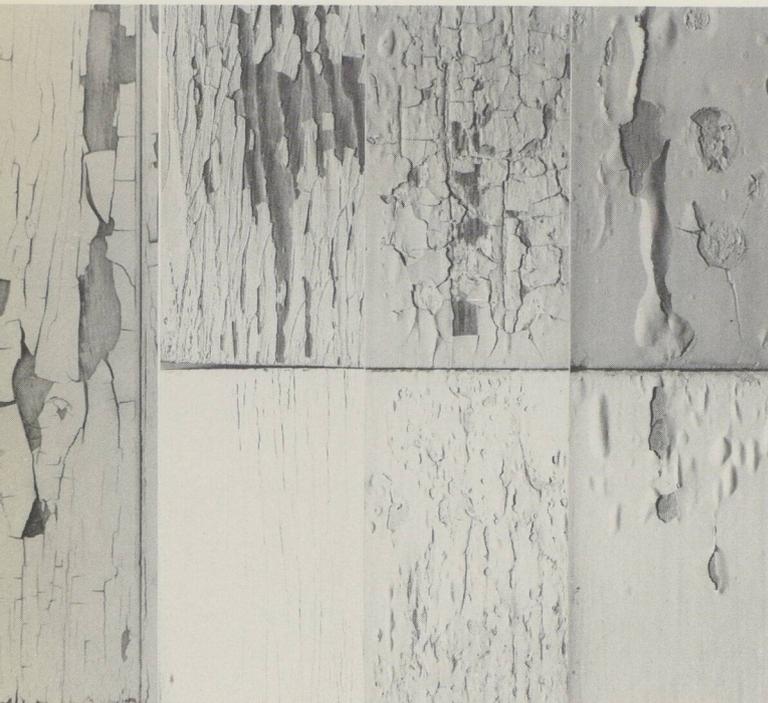
Malgré que les mêmes matériaux de construction aient été utilisés pendant des milliers d'années nous savons encore très peu de choses sur leur vraie nature et, en conséquence, nous ne savons pas prévoir leurs performances dans de nombreuses applications. M. Peter J. Sereda, chef de la section des matériaux de construction de la Division des recherches en bâtiment du Conseil national de recherches du Canada, nous a dit: "Nous n'avons pas encore utilisé tout le potentiel des sciences et de ses nombreuses disciplines pour résoudre ces problèmes."

La section des matériaux de construction a été créée en 1948, l'année qui a suivi la création de la division. Quoique de petits groupes se livraient à des recherches sur les matériaux de construction, au Canada comme ailleurs et surtout dans les universités, c'était la première fois qu'un effort vraiment délibéré se faisait au Canada pour organiser un groupe interdisciplinaire travaillant d'abord sur les facteurs de base affectant les performances des matériaux de construction. Avant la formation de ce groupe, l'endurance des matériaux de construction était déterminée en faisant des tests ad hoc et en exposant des échantillons de ces matériaux au sol, dans l'eau de mer ou dans l'atmosphère. Après différentes durées d'exposition, les échantillons étaient récupérés et notés en fonction de leur résistance ou, plus exactement, de leur rupture mais "on n'essayait pas beaucoup de comprendre systématiquement pourquoi ces matériaux se détérioraient et quelles étaient les conditions exactes et précises contribuant à cette détérioration", nous a dit M. Sereda.



Division of Building Research/Division des recherches en bâtiment

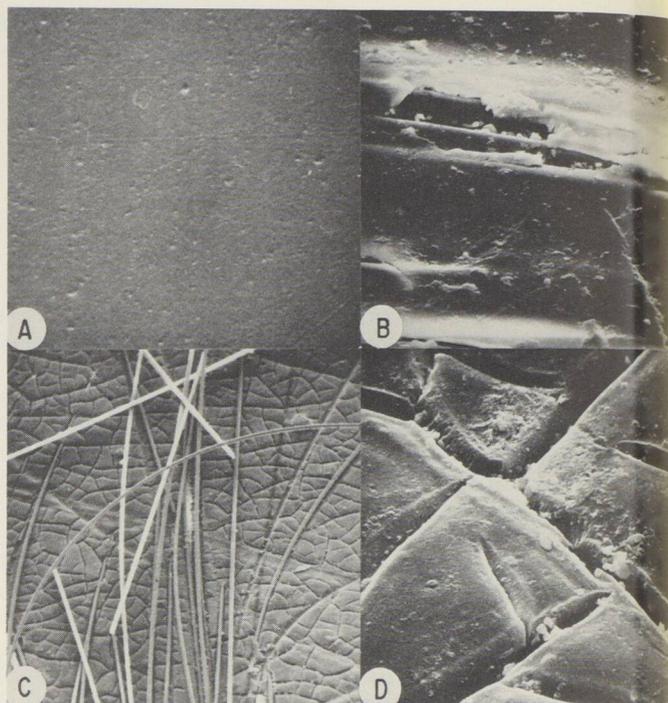
La section des matériaux de construction ayant déterminé les limites de certains aspects de la détérioration des briques sous l'action du gel et du dégel peut aider les manufacturiers à établir les conditions optimales de production de briques durables.



Division of Building Research/Division des recherches en bâtiment

House paints on wood often render unsatisfactory service when exposed to severe weather conditions. The larger painted panel on the left demonstrates the cracking and peeling of a commercial paint in the field. The performance of commercial paint (top row) can be compared with that of paint prepared in the laboratory (bottom row) after they have undergone extensive weathering tests in the laboratory.

Les peintures utilisées pour protéger le bois de nos maisons sont souvent peu satisfaisantes après exposition aux intempéries. Le grand panneau peint (à gauche) met en évidence des fissures et des écailles données par une peinture commerciale. Les performances d'une peinture commerciale (en haut) peuvent être comparées avec celles d'une peinture préparée dans le laboratoire (en bas) après essais étendus dans des conditions météorologiques sévères simulées en laboratoire.



How glass fibre-reinforced polyester sheeting stood up to weathering tests at a Saskatoon exposure site: A — control panel; B — weathered for 29 months; C — weathered for 62 months (glass fibres are parting from the material); D — weathered for 62 months (surface severely cracked).

Mise en évidence des résultats obtenus par des essais aux intempéries à Saskatoon et concernant du polyester renforcé de fibres de verre: A — le panneau témoin; B — après 29 mois d'exposition; C — après 62 mois d'exposition (remarquez que les fibres de verre se détachent du matériau); D — après 62 mois (le polyester est très profondément fissuré).

"But we continue to have problems," I replied, "because we do not know the basic nature of these materials, nor do we understand the various processes of deterioration; thus we cannot predict their behavior with time in different situations. Unless we understand what the processes of failure are all about, we do not know whether the materials we have now are optimal; whether we have to change their chemical nature or change their physical characteristics. Finally, we must define precisely the environment in which the material will serve during its life cycle. The environment that acts on building materials may be modified by the location of a material in the structure and by design features."

In spite of this original attitude, an interdisciplinary group was gradually built up. Since water plays a dominant role in the stability and durability of most building materials, the first studies were concerned with the effects of water on dimensional changes, on various reactions during service life and during freezing conditions. As Canada ex-

periences severe winters, one of the first projects concerned the deterioration of building materials due to frost action. Most inorganic building materials are characterized by their porosity which enables water to enter and pass through the material. Wetting produces swelling and drying results in shrinkage, but why? Is this process predictable, and how can it be controlled? What happens to a material when absorbed water freezes?

Published literature was not very helpful because it had not been established whether water did in fact freeze inside the material, or if it did, how much actually froze. "In other words," says Mr. Sereda, "we had to get down to the basic question: what is the nature of the freezing process of water in a porous system?" The basic research on that question took about 10 years to complete, "and," says Mr. Sereda, "it required very sophisticated experimental techniques to obtain the answer. The freezing process in porous materials is in large measure now understood."

les matériaux de construction

Le premier objectif de la section a été d'obtenir que des chercheurs appropriés soient affectés aux disciplines correspondantes. C'était là quelque chose de difficile à obtenir car, traditionnellement, les scientifiques ne s'intéressaient pas à ce qu'ils considéraient comme relevant du domaine de l'ingénieur.

M. Sereda se souvient de ce que le premier chimiste physicien lui a dit lors de l'entrevue d'embauche: "Mais qu'est-ce que je pourrai bien faire? Qu'est-ce qu'on peut faire comme recherche sur le ciment et sur les briques? Ce sont là de vieux matériaux et tout le monde sait s'en servir."

"J'ai répondu: 'Mais nous continuons de rencontrer des difficultés parce que nous ne connaissons pas la nature fondamentale de ces matériaux et nous ne comprenons pas comment ils se détériorent; c'est pourquoi nous ne pouvons pas prévoir leur comportement en fonction du temps et quelles que soient les situations. A moins que nous comprenions ce que les processus de détérioration et de rupture sont vraiment, nous ne pouvons pas déterminer si les matériaux dont nous disposons sont l'optimum. Nous ne pouvons pas savoir si nous devons changer leur nature chimique ou leurs caractéristiques physiques. Finalement, nous devons définir avec précision l'environnement dans lequel le matériau servira durant son cycle de vie. L'environnement qui agit sur les matériaux de construction peut être modifié par l'emplacement du matériau dans la structure et par des caractéristiques spéciales de la construction.'"

Malgré cette attitude du début, le groupe inter-disciplinaire s'est progressivement constitué. Puisque l'eau joue un rôle dominant dans la stabilité et la durabilité de la plupart des matériaux de construction, les premières études se sont rapportées à l'influence de l'eau sur les variations des dimensions et sur différentes réactions durant la vie utile du matériau et durant le gel. Comme les hivers sont

extrêmement sévères au Canada, l'une des premières études se rapportait à la détérioration des matériaux de construction en raison du gel. La plupart des matériaux non organiques sont caractérisés par leur porosité, ce qui permet à l'eau de s'infiltrer dans tout le matériau. De mouiller les matériaux provoque un gonflement suivi d'un rétrécissement au séchage. Pourquoi? Est-ce que ce processus est prévisible, et peut-on le contrôler? Qu'est-ce qui se produit lorsque l'eau gèle dans le matériau?

Les documents publiés n'offraient aucuns renseignements précis car on n'avait pas trouvé si l'eau gelait en profondeur et dans quelle proportion. M. Sereda nous a dit: "En d'autres mots, nous devions nous attacher à la question fondamentale: quelle est la nature du processus de gel de l'eau dans un système poreux?" La recherche fondamentale sur la question a duré environ 10 années et, nous a dit M. Sereda, "il a fallu disposer de techniques expérimentales très compliquées pour obtenir la réponse. Le processus de gel dans les matériaux poreux est maintenant compris dans une large mesure".

"Ayant compris ce processus, nous avons réalisé qu'un bloc de ciment se conduit un peu de la même manière qu'un morceau de carotte ou de pomme de terre durant le gel. Il existe un lien défini entre le dommage cryogénique, c'est-à-dire la destruction de matériaux biologiques pendant le gel et les dommages qui peuvent se produire lorsque des matériaux non organiques mais poreux et contenant de l'eau gèlent. C'est le même processus que vous geliez des cellules ou du ciment. Après avoir réalisé ces faits, nous avons été conduits à publier nos idées sur l'application de nos travaux au gel du sang qui a fait l'objet d'une attention considérable des gens travaillant dans ce domaine dans le monde entier. Cette réussite pourrait être attribuée à l'approche fondamentale que nous avons utilisée dans nos recherches."

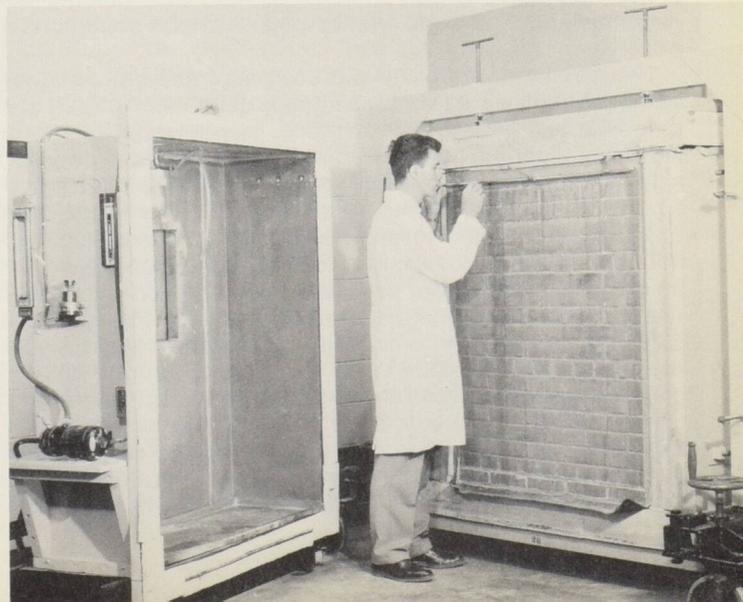
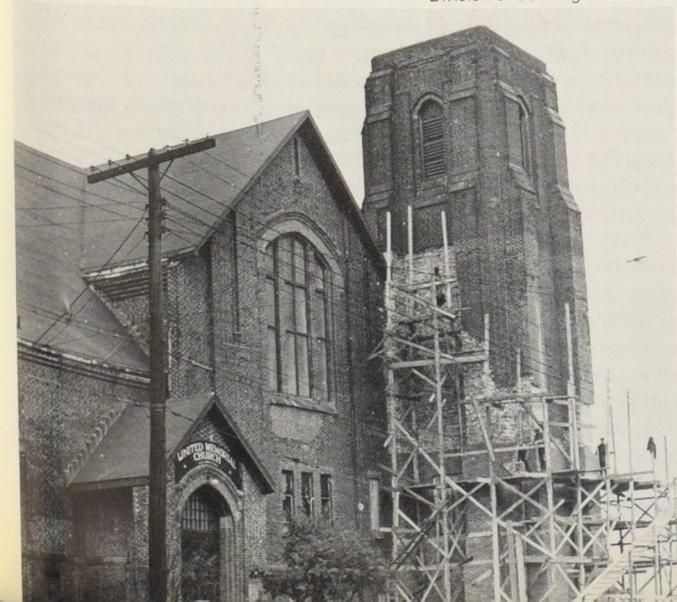
Restoration of a church that has suffered serious masonry deterioration due to rain penetration.

Restauration d'une église dont les murs de briques ont été sérieusement endommagés par des infiltrations d'eau.

Rain leakage tests do not need to wait for a rainy day. In this apparatus a water spray tube provides the "rain" and an air pressure chamber simulates wind pressure in laboratory tests to evaluate the rain tightness of a masonry wall.

Essais d'infiltration. Grâce à cet appareil, de l'eau est pulvérisée pour simuler la pluie et une injection d'air sous pression simule le vent; il s'agit de voir si ces murs laissent passer l'eau.

Division of Building Research/Division des recherches en bâtiment



building materials

"Once we understood this process, we realized that under freezing conditions a piece of cement behaves in much the same manner as a piece of carrot or potato. There is a definite link between cryoinjury (the destruction of biological material during freezing) and damage that can occur when porous inorganic materials containing water are frozen. It is the same process whether you freeze cells or cement. This realization," continues Mr. Sereda, "led us to publish our ideas on the application of our work to the freezing of blood, which received considerable attention from people working in this field throughout the world. This success could be attributed to the basic approach taken in our research."

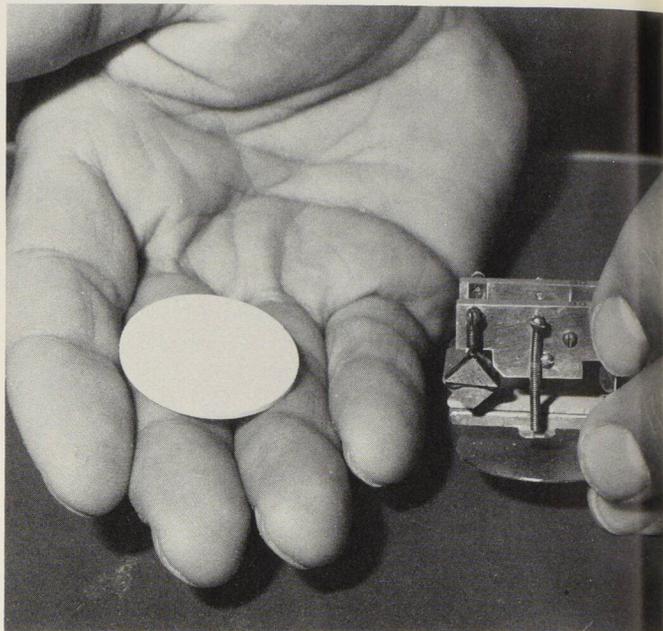
The process of dimensional change due to wetting and drying of porous materials, such as hardened cement paste and concrete, was investigated very thoroughly. Contrary to what was believed previously, it was discovered that part of the adsorbed water (which is removed under normal drying conditions) was in fact contained in the structure of the cement itself. This information led to the formulation of a new model of hydrated cement for understanding and predicting its behavior.

Although some organic-based materials such as wood, bituminous products and protective coatings have a long history of use in construction, several, e.g., plastics, are of recent origin. Many of the problems experienced are related to the lack of knowledge and understanding of their basic properties and of their processes of deterioration. This situation is similar to that described above in connection with inorganic building materials. The Section is equally concerned about the inability to predict the long-term performance of a given paint from short-term tests or from measurements of its basic properties. The Section's program is committed to studies that will provide the basis for such prediction. Weather factors such as solar radiation, duration of surface moisture and surface temperature, are being measured along with degradation of various materials to provide an understanding of the degradation mechanisms and a more rational basis for accelerated tests.

In this connection, a recent study has revealed the mechanism of failure of glass-reinforced polyester sheeting used in exterior cladding and in autobodies when exposed to outdoor weathering. Two processes were identified: one involves a fatigue failure of the glass fiber to polyester bond induced by cycles of temperature and moisture, the other surface microcracking of the resin caused by ultraviolet light in solar radiation. This knowledge will help manufacturers to evaluate quickly any newly-developed material in this class from the standpoint of long-term performance.

The Section had to develop its own methodology in order to pursue studies of the fundamental nature of building materials and their performance under various conditions of service.

The most important step was the preparation of suitable samples which would serve as models of either all or part of the materials system. In some cases, it was important to represent a certain constituent which was available only as a powder, in which case it had to be compacted at high pressure to form a rigid porous system. In other instances, the physical aspect of the porous system, as in hydrated cement, could be modelled by samples made from porous glass. In all cases where behavior of a material at equilibrium conditions of moisture content were to be studied, it was necessary to maintain a very small thickness in order to decrease the time for water to distribute itself evenly throughout the material. Samples in the shape of a disc, about the size of 50-cent piece, could be made from cores, cast cylinders or by compaction from powder. This technique enabled the study of multicomponent systems such as hydrated cement by first studying the behavior of each constituent separate-



Mr. Peter J. Sereda, Head of the Building Materials Section, examines samples about the size of a 50-cent piece which serve as models for studying multi-component systems.

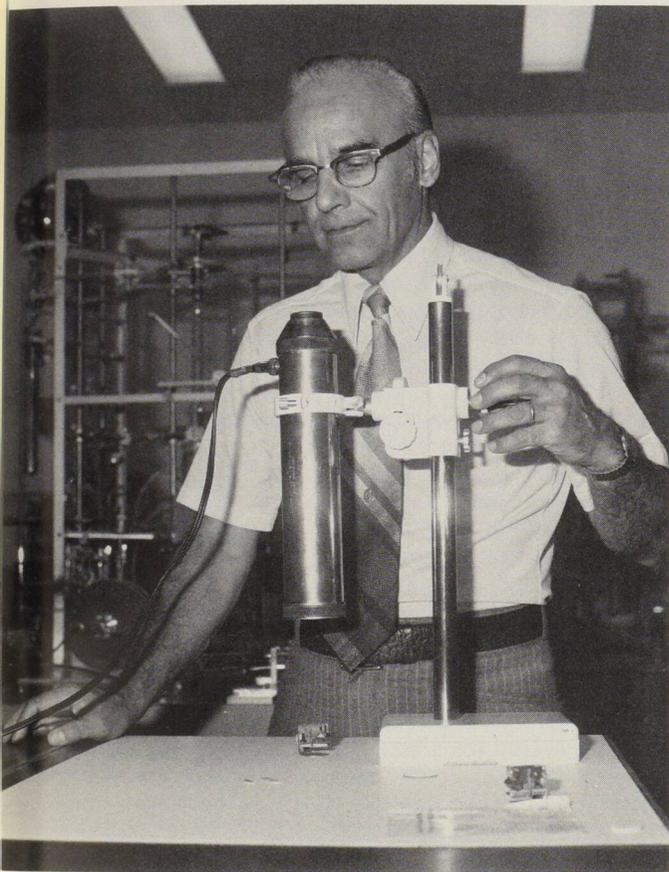
M. Peter J. Sereda, chef de la section des matériaux de construction, examine des échantillons de la dimension d'une pièce de 50 cents environ et qui servent de modèles pour étudier les systèmes à composantes multiples.

ly before investigating how they behaved in concert with each other.

Ideally, one would like to have classes of building materials which meet all the requirements of the end use and are durable for the life of the building. It is evident that no single material is likely to meet all these requirements since they are often mutually exclusive. Flooring is a good example: it should be resilient, "soft" (comfortable to walk on), durable and easy to clean, but dirt becomes easily embedded in a "soft" material; on the other hand, the easiest material to clean is marble which is not comfortable to walk or stand on. Likewise, the most durable material for a given use is often the most expensive to buy, e.g., copper sheeting.

"The selection of an *acceptable* material for any use becomes a compromise," says Mr. Sereda, "based on considerations of the owners' order of priorities and economic considerations — initial cost relative to life-cycle cost which includes repair and maintenance." Decisions on the selection of materials can be made provided predictions of the material performance can be made. The basis for predictions for new materials, or for old materials in new situations, is research, such as is being conducted by the Building Materials Section of the Division of Building Research. □

Joan Powers Rickerd



Le processus des variations des dimensions en raison du mouillage et du séchage des matériaux poreux comme le ciment durci et le béton a été étudié jusque dans les plus petits détails. Contrairement à ce que l'on avait pensé jusque là, on a découvert que la partie de l'eau absorbée, c'est-à-dire qui s'en va dans les conditions normales de séchage, se trouvait en fait contenue dans la structure du ciment lui-même. Ce renseignement a conduit à la formulation d'un nouveau modèle de ciment hydraté pour comprendre et prévoir son comportement.

Quoique certains matériaux à base organique comme le bois, les produits bitumineux et les revêtements de protection ont une longue histoire dans la construction, certains d'entre eux comme les plastiques sont d'origine récente. Parmi les problèmes à résoudre, nombreux sont ceux qui sont liés à un manque de connaissances et de compréhension des propriétés fondamentales et des processus de détérioration. Cette situation est semblable à celle qui a été décrite ci-dessus en ce qui concerne les matériaux de construction non organiques. La section s'intéresse également au fait que l'on ne peut pas prévoir avec précision les performances à long terme d'une peinture donnée en partant de tests à court terme ou de mesures de ses propriétés fondamentales. Le programme de la section se rapporte à des études qui devraient conduire à la définition de base de telles prévisions. Les facteurs météorologiques comme le rayonnement solaire, la durée de l'humidité en surface et la température de surface sont mesurés en même temps que la dégradation de différents matériaux pour arriver à une

compréhension du mécanisme de la dégradation et à une base plus rationnelle des essais accélérés.

A ce sujet, une étude récente a montré comment se produit le mécanisme de la rupture des feuilles de polyester renforcées avec des fibres de verre et utilisées pour les revêtements extérieurs et pour les carrosseries d'automobiles, une fois que ce matériau a été exposé à des conditions météorologiques variées. Deux processus ont été identifiés: l'un implique une rupture par fatigue du fait que la fibre de verre se décolle du polyester sous l'action des différents cycles de température et d'humidité et l'autre implique des microfissures superficielles de la résine sous l'action de l'ultraviolet solaire. Cette identification permettra aux manufacturiers d'évaluer rapidement tous les matériaux nouvellement mis au point dans cette classe du point de vue des performances à long terme.

La section a dû mettre au point ses propres méthodes pour continuer des études de nature fondamentale des matériaux de construction et de leurs performances dans différentes conditions de service.

La phase la plus importante a été de préparer des échantillons appropriés servant de modèles, en totalité ou partiellement, des systèmes de matériaux. Dans quelques cas, il a été important de représenter un certain constituant dont on ne disposait que sous forme de poudre et qu'il a fallu compacter sous une pression élevée pour donner un système rigide poreux. Dans d'autres cas, l'aspect physique du système poreux, comme dans le ciment hydraté, pouvait être modelé au moyen d'échantillons faits en partant de verre poreux. Dans tous les cas où le comportement des matériaux dans des conditions d'équilibre de l'humidité devait être étudié, il a été nécessaire de ne disposer que de très petites épaisseurs afin de décroître la durée d'infiltration et de répartition uniforme dans tout le matériau. Des échantillons en forme de disques, de la dimension d'une pièce de 50 cents environ, ont été exécutés à partir de carottes, de cylindres coulés ou de poudre compactée. Cette technique a permis d'étudier les systèmes à composantes multiples comme le ciment hydraté en étudiant tout d'abord le comportement de chaque constituant séparément avant d'étudier le comportement de l'ensemble en service.

L'idéal serait de disposer de classes de matériaux de construction satisfaisants pour toutes les conditions requises du travail en service et qui durent aussi longtemps que le bâtiment lui-même. Il est évident qu'aucun matériau utilisé seul ne satisfera à toutes ces conditions puisqu'il y a souvent des incompatibilités. Les planchers en sont un bon exemple: ils doivent être élastiques, pas trop durs au pied, durables et faciles à nettoyer mais la poussière s'incruste facilement dans un matériau qui n'est pas trop dur; d'un autre côté le matériau le plus facile à nettoyer est le marbre mais l'on ne marche pas très bien sur le marbre et l'on n'y séjourne pas très bien non plus. En outre, le matériau le plus durable pour une utilisation donnée est souvent le plus cher et c'est le cas, par exemple, des feuilles de cuivre.

M. Sereda nous a dit: "La sélection de matériaux acceptables pour une utilisation quelconque est un compromis basé sur des considérations de priorités selon le propriétaire et sur des considérations économiques, c'est-à-dire sur le coût initial par rapport au coût des réparations et de l'entretien durant leur cycle de vie. Des décisions sur la sélection des matériaux peuvent être prises pourvu que les prévisions des performances de ces matériaux puissent se faire. La base des prévisions pour les matériaux nouveaux ou pour les vieux dans de nouvelles situations est la recherche comme elle est conduite à la section des matériaux de construction de la Division des recherches en bâtiment. □

Texte français: Louis-Georges Desternes

Research makes a good invention better — Tracked carriers

Canada leads the world in the design and manufacture of off-highway vehicles, important for transportation to and from remote locations. Improved reliability and an expanded range of uses have been the results of a research program made possible by NRC's Industrial Research Assistance Program.

Nature was not thinking of humanity's convenience when she located bountiful oil and mineral deposits in central and northern Canada. They were separated from civilization by thousands of miles of terrain made all but impassable by conditions ranging from muskeg to sea ice.

To find and recover these resources has required the development of a special class of vehicle for carrying personnel and equipment over all types of soft and irregular surfaces.

Various ideas for cross-country vehicles were first patented in England well over 100 years ago, in answer to the problem of lack of roads. It was not until early in this century, however, that a really workable off-road vehicle came into being. The pioneer was the American Holt tractor, predecessor of modern agricultural tractors. In place of wheels it rode on a track or endless chain of surfaces that carried the vehicle forward as it was rotated around axles similar to those used for wheels.

Its success was based on the same principle that keeps a person on skis or snowshoes from sinking as he or she travels over the soft surface of the snow: uniform distribution of load over a large contact surface, to minimize ground pressure at any given point.

Tanks similar in principle were used in world war I, but it was not until the 1939-45 war and the period following that technologists obtained significant results in addressing themselves to the problems of engineering design and soil and snow mechanics related to tracked vehicles. The requirements for transportation in northern Canada gave a tremendous impulse to this work.

A single Canadian inventor holds the honor of being responsible for our present world leadership in tracked vehicles, Bruce Nodwell of Calgary. Two Canadian companies are the results of his work, Canadair Flextrac Ltd. and Foremost International Industries Ltd. Both sell vehicles for uses

ranging from Arctic oil exploration to tropical agriculture. Canadian off-road vehicles can traverse grassland, swamp, sand, mud, rock fields, rough sea-ice and deep snow. They can cross rivers and open water and operate in temperatures ranging between -50°C and 50°C above zero.

Explains Mr. Ian Thomas, Director of Engineering of Canadair Flextrac Ltd., "The vehicle designer can now build vehicles to meet specified terrain situations and environments. As industry moves into the more remote areas of the world in search of minerals, oil and hydro power, the need to move seismic and survey crews, camps, pipeline, drill rigs and construction material increases yearly."

Canadair Flextrac specializes in design and manufacture of high-mobility off-highway vehicles for industrial and military uses. Markets are worldwide and include petroleum, mining, utility and transportation companies — any operation with a basic requirement to carry loads across difficult terrain.

"Our overall research and development effort has been greatly assisted by NRC's Industrial Research Assistance Program (IRAP)," he continues. "Prior to our association with IRAP in 1971, we were only able to engage in very limited group research activity, despite our fundamental interest in applied research related to design and utilization of off-highway vehicles. We clearly recognized the need to expand that facility to further the development of company products and markets.

The special track for this vehicle which successfully negotiates deep powder snow was developed under NRC's Industrial Research Assistance Program.

La chenille spéciale qui permet à ce véhicule de se jouer de la neige poudreuse a été mise au point dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC.



Canadair Flextrac Ltd.

Les véhicules chenillés Améliorés par la recherche

Le Canada occupe la première place dans le monde pour l'étude et la construction de véhicules tous terrains donnant accès aux régions isolées. Grâce à un programme de recherche rendu possible par le Programme d'aide à la recherche industrielle du CNRC, leur fiabilité a été améliorée et leur domaine d'utilisation élargi.

La nature n'a pas songé à faciliter le travail de l'homme en plaçant de riches gisements de pétrole et de minerais dans le centre et le nord du Canada, séparés de la civilisation par des milliers de miles de terrains impraticables allant du muskeg aux glaces marines.

Pour découvrir et exploiter ces richesses il a fallu mettre au point un véhicule spécial adapté au transport des hommes et du matériel sur tous les types de terrains mous et accidentés.

C'est en Angleterre, il y a plus de cent ans, que divers concepts pour véhicules tous terrains ont été brevetés pour la première fois en vue de suppléer au manque de routes. Ce n'est toutefois qu'au début de ce siècle qu'est apparue la première machine répondant aux besoins avec le tracteur de l'Américain Holt, pionnier et prédécesseur des tracteurs agricoles modernes. Sur ce véhicule, les roues avaient cédé la place à des chenilles qui le faisaient avancer par mise en rotation d'essieux semblables à ceux utilisés pour les roues.

Sa réussite était fondée sur le même principe que celui grâce auquel une personne utilisant des skis ou des raquettes ne s'enfonce pas dans la neige, c'est-à-dire sur la répartition uniforme du poids sur une grande surface pour réduire au minimum la pression appliquée sur le sol en quel point que ce soit.

Des chars d'assaut faisant appel au même principe ont été utilisés pendant la Première Guerre mondiale mais ce n'est qu'au cours de la deuxième et des années qui l'ont suivie que les recherches visant à résoudre les problèmes de mécanique des sols et de la neige et les problèmes techniques liés à la mise au point de véhicules à chenilles ont été couronnées de succès. Il va sans dire que les besoins en matière de transport dans le nord canadien ont donné une impulsion considérable à ces travaux.

C'est à un Canadien, et à lui tout seul, Bruce Nodwell, de Calgary, que revient l'honneur de nous avoir donné d'occu-

per une place prépondérante sur le marché mondial pour ce type de véhicules. Deux compagnies canadiennes sont nées de ses travaux, Canadair Flextrac Ltd. et Foremost International Industries Ltd. Chacune d'elles vend une large gamme de véhicules couvrant des applications variées allant de l'exploration pétrolière arctique à l'agriculture tropicale. Les véhicules tous terrains canadiens peuvent traverser les prairies, les marécages, le sable, la boue, la rocaille, les glaces marines et la neige épaisse. Ils peuvent franchir les rivières et de grandes étendues d'eau et fonctionner sous des températures allant de -50°C à 50°C .

Écoutons M. Ian Thomas, directeur du Département des études techniques de la compagnie Canadair Flextrac Ltd.: "Les bureaux d'études peuvent maintenant construire des véhicules adaptés à des situations et à des environnements donnés. A mesure que l'industrie s'intéresse à la prospection minière, pétrolière et hydroélectrique dans des régions de plus en plus inaccessibles, les besoins pour le transport des camps, des équipes de sondage sismique, de prospection, des éléments de pipe-lines, des équipements de forage et du matériel de construction augmentent d'année en année."

Canadair Flextrac s'est spécialisée dans l'étude et la fabrication de véhicules tous terrains à mobilité élevée et à vocation industrielle et militaire. Ils intéressent un marché mondial comprenant des compagnies pétrolières, minières, de gaz, d'électricité et de transport pour lesquelles le transport de lourdes charges sur des terrains difficiles constitue une nécessité fondamentale.

Rig equipped with huge, low-pressure balloon tires known as "Terra Tires" on rough Arctic sea ice.

Véhicule-atelier chaussé d'énormes pneus-ballon à basse pression appelés "Terra Tires", sur une mer de glace arctique au relief tourmenté.

Canadair Flextrac Ltd.



tracked carriers

"Through the help of IRAP, we were able to initiate a program of research into methods of improving performance and durability of tracks for large, low-ground-pressure vehicles."

IRAP was begun over a decade ago to ensure that Canadian enterprises such as Canadair Flextrac could engage technical personnel to conduct formal research on innovative products or processes that promised to be of significance to the company's future. Assistance takes the form of payments to the company to cover the salaries of engineers, scientists and technicians participating in approved projects, as well as the cost of consultants if they are required. Canadair Flextrac received some \$200,000 between 1971 and 1975.

The original terms of reference of the Canadair Flextrac grant were later broadened to include tracked vehicle suspensions and off-road vehicle systems, but initially work was begun on the components of vehicle tracks, the belting and the gripping elements. The latter are called grouser bars, a term taken from hydraulics where it refers to an iron-tipped, pointed log that provides anchorage for a vessel by digging into the bottom of the body of water. They are the parts of a track that project outward from the belt and mechanically engage the soil surface.

Metallurgical problems not encountered in more temperate climates forced attention to selecting suitable materials for Arctic vehicles. A serious problem arose some years ago when chronic breakage of track grouser bars occurred after their introduction into service around Inuvik in the Arctic. The area was rocky. A cooperative investigation by Canadair Flextrac, their steel supplier's metallurgist and researchers with the Alberta Research Council advanced the theory that the premature failure of the grousers was due to a phenomenon that had existed for years but became critical in extreme cold. When a grouser slips under load across a hard surface, the edges of the inverted "U"-shaped grouser can heat locally from friction to above the material's critical temperature. These small, locally-heated areas are then quenched by frigid air, ground water or snow and form regions of untempered metal. These areas are brittle and invariably they are notched from the action of dragging under load. An ideal condition is thus created for a small notch-fatigue crack to occur.

"These cracks," explains Mr. Thomas, "propagate until such time as impact loads create sufficient stress to result

in a complete brittle fracture. Current grousers use a low alloy steel that has better sub-zero characteristics, and a dramatic improvement in grouser life has resulted. We now have a better understanding of permissible stress levels and have begun to effect improvements in our designs to further reduce extreme stresses by modifying grouser shape."

Feedback from vehicles fitted with various types of commercially available belting material revealed marked differences in quality and resistance to exposure under a variety of operating conditions. The quest for a stronger belt was resolved by testing a variety of materials and combinations in cooperation with the rubber companies.

Once Canadair Flextrac's research team was established and encouraged by the successful resolution of these problems with track components and design, they tackled other promising areas. High-speed photography of vehicles in motion suggested possible design modifications which could eliminate the serious problem of track jumping that occurred as vehicles passed over bumps and experienced changes in pitch. This caused severe jostling of driver and load. The resulting redesigned suspension has permitted the development of a vehicle specially adapted to moving rapidly around airports to serve as a crash rescue and fire-fighting vehicle.

In response to the increasing concern over long-term damage to the Arctic tundra, and the consequent curtailment of seismic exploration activities during the summer, Canadair Flextrac has developed a special flat track, known as the moccasin track, which is expected to play an important part in extending the length of the permitted exploration season.

"However, we've still got our work cut out for us," states Mr. Thomas. "The increasing use of wheeled and tracked vehicles in the Arctic and northern areas of North America is bringing new engineering problems and there is increasing emphasis on eliminating the deficiencies in vehicle design and manufacture that we were previously forced to live with." □

Bruce Henry

The Canadair Flextrac firefighting vehicle is designed for on- and off-runway operation around airports.

Ce véhicule a été conçu par Canadair Flextrac pour lutter contre les incendies sur et autour des aéroports.

Canadair Flextrac Ltd.



...véhicules chenillés

Et M. Thomas poursuit: "L'ensemble de notre effort de recherche et de développement a été largement facilité par le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du CNRC. Avant de participer à PARI, en 1971, nous n'étions en mesure que d'entreprendre des recherches collectives très limitées en dépit de l'intérêt très fondamental que nous portions à la recherche appliquée dans le domaine de l'étude et de l'utilisation des véhicules tous terrains. Il nous est apparu clairement qu'il devenait nécessaire de développer cette capacité pour créer de nouveaux produits et de nouveaux marchés."

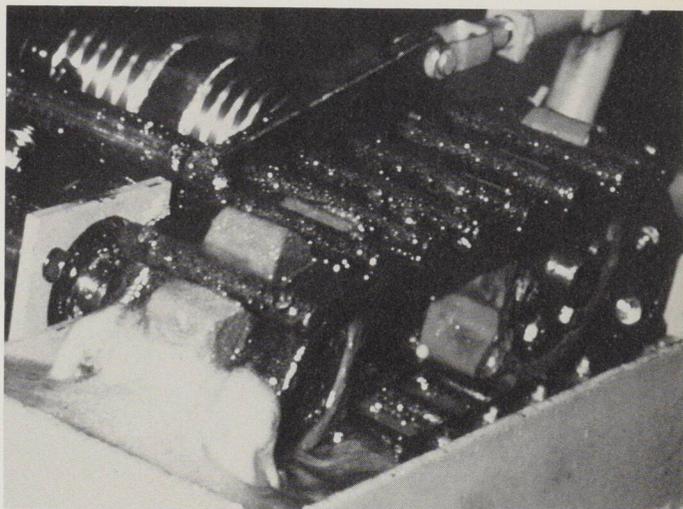
"Grâce au programme PARI, nous avons pu lancer l'étude de méthodes visant à améliorer les performances et la durabilité des chenilles des véhicules de fort tonnage n'exerçant qu'une faible pression sur le sol."

PARI a été mis en oeuvre il y a plus d'une décennie afin de permettre à des compagnies canadiennes comme Canadair Flextrac d'engager des techniciens en vue d'étudier des produits ou des processus nouveaux paraissant prometteurs pour la compagnie. Cette aide est accordée sous forme de paiements couvrant les salaires des ingénieurs, des scientifiques et des techniciens de la compagnie participant à des projets approuvés et, le cas échéant, les honoraires d'ingénieurs-conseils. C'est ainsi que Canadair Flextrac a reçu environ 200 000 dollars de 1971 à 1975.

Les conditions attachées à l'origine à la subvention accordée à Canadair Flextrac ont été par la suite élargies pour couvrir les suspensions des véhicules à chenilles et des ensembles tous terrains mais les premiers travaux de la compagnie ont porté sur les chenilles proprement dites, c'est-à-dire sur les éléments de traction qui sont constitués par des patins dont la face inférieure est munie de nervures qui accrochent le sol.

Des problèmes métallurgiques ne se posant pas sous des climats plus tempérés ont attiré l'attention des chercheurs sur la nécessité de sélectionner des matériaux adaptés aux véhicules arctiques. Il y a quelques années, il a fallu résoudre le grave problème de la rupture systématique des nervures des patins de la chaîne (chenille) des véhicules récemment mis en service dans la région d'Inuvik, dans l'Arctique, où le terrain est rocailleux. Après enquête menée conjointement par Canadair Flextrac, l'ingénieur métallurgiste de la compagnie qui lui fournit l'acier et des chercheurs du Conseil de recherches de l'Alberta, on a pu avancer la théorie que la rupture prématurée des nervures était due à un phénomène connu depuis de nombreuses années mais qui était devenu critique aux très basses températures. Lorsqu'un patin glisse sous l'effet de la pression appliquée sur un sol à surface dure, les bords des nervures en forme d'"U" inversé de ce patin peuvent s'échauffer localement par frottement et atteindre une température dépassant la température critique du métal. Ces petites surfaces qui viennent de subir un échauffement localisé sont ensuite refroidies par l'air, l'eau ou la neige du sol et c'est ainsi que se forment des zones de métal détrempe. Ces zones sont cassantes et sont inévitablement entaillées par l'important frottement dû aux charges; de ce fait, les conditions idéales sont réunies pour qu'une fissure apparaisse par fatigue.

Écoutons les explications de M. Thomas: "Ces fissures se développent jusqu'à ce qu'une mise en charge soudaine crée une contrainte suffisante pour entraîner une cassure totale. Les patins actuellement utilisés sont fabriqués avec un acier faiblement allié ayant de meilleures caractéristiques aux températures arctiques et la durée des nervures s'en est trouvée considérablement augmentée. Nous connaissons maintenant mieux la configuration des contraintes admissibles et nous avons commencé à améliorer nos plans pour réduire encore les contraintes excessives en modifiant la forme des nervures."



Canadair Flextrac Ltd.

Abrasive wear test rig, using medium of silica sand and water to test eight types of bar material for cross-country vehicle tracks.

Banc d'essais de résistance à l'abrasion où l'on utilise un mélange de sable siliceux et d'eau pour tester huit types de matériaux servant à fabriquer les patins des chaînes des véhicules tous terrains.

L'analyse des données provenant de véhicules équipés des différents types d'éléments de chaîne que l'on trouve dans le commerce a révélé des différences marquées du point de vue de la qualité et de la résistance aux conditions d'exposition dans une large gamme d'utilisations. En essayant divers matériaux et combinaisons en collaboration avec les fabricants de caoutchouc, on est parvenu à résoudre les problèmes et à offrir à l'utilisateur une chaîne plus robuste.

Encouragés par le succès de leurs efforts et la réputation qu'ils ont ainsi acquise, les chercheurs de Canadair Flextrac se sont attaqués à d'autres domaines prometteurs. La photographie à l'accélération de véhicules en mouvement laisse entrevoir la possibilité de modifications qui résoudraient peut-être le grave problème de l'échappement de la chaîne provoqué par les sols inégaux qui font constamment varier l'assiette du véhicule tout en secouant sérieusement le conducteur et le chargement. Cette étude a conduit à redessiner la suspension et à la mise au point d'un véhicule conçu spécialement pour se déplacer autour des aéroports et atteindre rapidement les avions accidentés ou lutter contre les incendies.

Tenant compte des préoccupations croissantes nées du risque d'infliger, à long terme, des dégâts à la toundra arctique et de la réduction ipso facto des sondages sismiques d'été, Canadair Flextrac a mis au point une chaîne lisse spéciale, appelée "moccasin track", qui pourrait jouer un rôle important dans la prolongation de la période pendant laquelle les prospections sont permises.

Laissons la conclusion à M. Thomas: "Il nous reste cependant du pain sur la planche car l'accroissement de l'utilisation des véhicules à roues et chenillés dans l'Arctique et les régions septentrionales de l'Amérique du Nord pose de nouveaux problèmes techniques et l'on met de plus en plus l'accent sur l'élimination des imperfections inhérentes à la conception et à la fabrication des véhicules, imperfections que nous étions jusqu'alors obligés d'accepter." □

Texte français: **Claude Devismes**

Cover: The flames from this bleed-off stack at one of Ottawa's sewage treatment plants symbolize two of society's major concerns, energy and the environment. The multi-image photograph shows methane, a gas produced as a by-product in the sewage breakdown process, being burned off as its content builds up in the spherical storage tank below. For both scientist and layman, the prospect of producing a valuable energy source from unwanted wastes has an obvious appeal. A research project at NRC aims at controlling and optimizing this valuable, natural process (Story page 16). Photographs by Bruce Kane, NRC.

Notre couverture: Les flammes sortant de la cheminée de l'une des stations d'épuration d'Ottawa symbolisent deux problèmes majeurs de notre société: l'énergie et l'environnement. Cette composition prismatique montre du méthane, sous-produit du processus de dégradation des effluents, en train de brûler pour équilibrer la pression du gaz qui s'accumule dans le réservoir sphérique que l'on voit ci-dessous. Tant pour le scientifique que pour le profane, la perspective de tirer une énergie précieuse de résidus encombrants est particulièrement attrayante. Des recherches en cours au CNRC visent à contrôler et à optimiser cet intéressant processus naturel (voir article page 17). Photographies de Bruce Kane, du CNRC.

